

# 第4期中長期目標期間

## 中間評価報告書

令和元年5月

国立研究開発法人情報通信研究機構の  
研究活動等に関する外部評価委員会



第4期中長期目標期間 中間評価について .....	1
<b>1. 分野別評価委員会</b>	
<b>3年間(平成28年度～平成30年度)実績評価 .....</b>	<b>4</b>
<b>1-1. センシング基盤分野 .....</b>	<b>5</b>
(1) リモートセンシング技術 .....	6
(2) 宇宙環境計測技術 .....	16
(3) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術) .....	25
(4) 電磁波計測基盤技術(電磁環境技術) .....	34
<b>1-2. 統合ICT基盤分野 .....</b>	<b>43</b>
(1) 革新的ネットワーク技術 .....	44
(2) ワイヤレスネットワーク基盤技術 .....	53
(3) フォトニックネットワーク基盤技術 .....	62
(4) 光アクセス基盤技術 .....	72
(5) 衛星通信技術 .....	80
<b>1-3. データ利活用基盤分野 .....</b>	<b>89</b>
(1) 音声翻訳・対話システム高度化技術 .....	90
(2) 社会知解析技術 .....	98
(3) 実空間情報分析技術 .....	106
(4) 脳情報通信技術 .....	113
<b>1-4. サイバーセキュリティ分野 .....</b>	<b>121</b>
(1) サイバーセキュリティ技術 .....	122
(2) セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術 .....	130
(3) 暗号技術 .....	136
<b>1-5. フロンティア研究分野 .....</b>	<b>143</b>
(1) 量子情報通信技術 .....	144
(2) 新規ICTデバイス技術 .....	152
(3) フロンティアICT領域技術 .....	160
<b>1-6. オープンイノベーション分野 .....</b>	<b>171</b>
(1) 技術実装及び社会実装を可能とするテストベッド構築 .....	172
(2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化	} .....
(4) 戦略的な標準化活動の推進	
(5) 研究開発成果の国際展開の強化	
(3) 耐災害ICTの実現に向けた取組の推進 .....	184
(6) サイバーセキュリティに関する演習 .....	192
<b>2. 分野別評価委員会</b>	
<b>単年度(平成30年度)実績評価 .....</b>	<b>196</b>
<b>2-1. センシング基盤分野 .....</b>	<b>197</b>

(1) リモートセンシング技術 .....	198
(2) 宇宙環境計測技術 .....	204
(3) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術) .....	210
(4) 電磁波計測基盤技術(電磁環境技術) .....	216
<b>2-2. 統合 ICT 基盤分野 .....</b>	<b>222</b>
(1) 革新的ネットワーク技術 .....	223
(2) ワイヤレスネットワーク基盤技術 .....	229
(3) フォトニックネットワーク基盤技術 .....	235
(4) 光アクセス基盤技術 .....	241
(5) 衛星通信技術 .....	247
<b>2-3. データ利活用基盤分野 .....</b>	<b>253</b>
(1) 音声翻訳・対話システム高度化技術 .....	254
(2) 社会知解析技術 .....	259
(3) 実空間情報分析技術 .....	264
(4) 脳情報通信技術 .....	268
<b>2-4. サイバーセキュリティ分野 .....</b>	<b>272</b>
(1) サイバーセキュリティ技術 .....	273
(2) セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術 .....	278
(3) 暗号技術 .....	281
<b>2-5. フロンティア研究分野 .....</b>	<b>284</b>
(1) 量子情報通信技術 .....	285
(2) 新規 ICT デバイス技術 .....	290
(3) フロンティア ICT 領域技術 .....	296
<b>2-6. オープンイノベーション分野 .....</b>	<b>302</b>
(1) 技術実装及び社会実装を可能とするテストベッド構築 .....	303
(2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化	} .....
(4) 戦略的な標準化活動の推進	
(5) 研究開発成果の国際展開の強化	
(3) 耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進 .....	312
(6) サイバーセキュリティに関する演習 .....	316
<b>3. 総括評価委員会議事要旨 .....</b>	<b>318</b>
<b>別紙1 委員長及び委員と担当する評価 .....</b>	<b>321</b>
<b>別紙2 評価軸 .....</b>	<b>326</b>
<b>別紙3 評点区分の関係 .....</b>	<b>328</b>
<b>別紙4 評点一覧 .....</b>	<b>329</b>

## 第4期中長期目標期間 中間評価について

国立研究開発法人情報通信研究機構(以下「当機構」という)の研究活動等に関する外部評価委員会では、平成30年度に第4期中長期目標期間(平成28年度から令和2年度までの5年間)における中間評価を実施し、その結果を報告書としてとりまとめた。

### 1 外部評価とは

外部評価は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成28年12月内閣総理大臣決定)に基づき実施するものであり、第4期中長期目標期間では、表1に示すとおり、平成28年度に期首評価、平成29年度に意見交換会を実施しており、今年度(平成30年度)に中間評価を実施した。また、令和元年度に見込評価、令和2年度に期末評価を実施予定。

表1 第4期中長期期間中の評価

時期	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
	11～12月	11～12月	11～翌年1月 翌年5月	10～12月頃 翌年5月頃	10～12月頃 翌年5月頃
実施内容	【期首評価】  ヒアリング (コメント評価)	意見交換会 (現場見学ほか)	【中間評価】  分野評価委員会 (コメント評価+ 評点評価)  総括評価委員会 (見解書)	【見込評価】  分野評価委員会 (コメント評価+ 評点評価)  総括評価委員会 (見解書)	【期末評価】  分野評価委員会 (コメント評価+ 評点評価)  総括評価委員会 (見解書)

なお、中間評価・見込評価・期末評価は、当該年度の年末前後に開催する「分野評価委員会」と翌年度5月頃に開催する「総括評価委員会」で構成し、実施。

### 2 評価要領

#### 1) 評価対象期間

##### ① 【3年間の実績】

平成28年度から平成30年度(年度末までの見込を含む)までの3年間

② **【平成 30 年度の実績】**

平成 30 年度(年度末までの見込を含む)の 1 年間

2) 評価対象

表 2 に示す分野の各項目が評価対象。

表 2 評価項目

分 野		項 目
基礎 研究 領域	センシング基盤分野	(1)リモートセンシング技術
		(2)宇宙環境計測技術
		(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)
		(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)
	統合 ICT 基盤分野	(1)革新的ネットワーク技術
		(2)ワイヤレスネットワーク基盤技術
		(3)フォトニックネットワーク基盤技術
		(4)光アクセス基盤技術
		(5)衛星通信技術
	データ利活用基盤分野	(1)音声翻訳・対話システム高度化技術
		(2)社会知解析技術
		(3)実空間情報分析技術
		(4)脳情報通信技術
	サイバーセキュリティ分野	(1)サイバーセキュリティ技術
		(2)セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術
		(3)暗号技術
	フロンティア研究分野	(1)量子情報通信技術
		(2)新規 ICT デバイス技術
		(3)フロンティア ICT 領域技術
	オープンイノベーション分野	(1)技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築
(2)オープンイノベーション創出に向けた取組の強化		
(4)戦略的な標準化活動の推進		
(5)研究開発成果の国際展開の強化		
(3)耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進		
(6)サイバーセキュリティに関する演習		

また、以下の 3 つの研究活動等(研究開発や研究成果を最大化するための業務等)が評価対象。

- ① 運営交付金により機構職員が実施する研究活動等
- ② 外部資金により機構職員が実施する研究活動等
- ③ 委託研究により実施する研究活動等

3) 評価方法

「1) 評価対象期間」に示す 2 つの対象期間それぞれの内容について、以下のとおり、評価。

① 評点評価

委員長を除く委員 [別紙 1 参照] が、各項目に設定した評価軸 [別紙 2 参照] 毎に、S, A, B, C, D の 5 段階 [別紙 3 参照] で評点評価。

なお、3 年間の実績については、評価軸に「目的・目標」を追加。

② コメント評価

委員が、各項目に設定した評価軸毎に「評価する点」および「改善を要する点」について、コメント評価。

なお、3 年間の実績については、評価軸に「目的・目標」を追加。

### 3 平成 30 年度の開催状況

分野	項目	開催日
センシング基盤分野	(1)リモートセンシング技術	12月19日(水)
	(2)宇宙環境計測技術	
	(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)	
	(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)	
統合 ICT 基盤分野	(1)革新的ネットワーク技術	12月19日(水)
	(3)フォトニックネットワーク基盤技術	12月21日(金)
	(4)光アクセス基盤技術	
	(2)ワイヤレスネットワーク基盤技術	12月21日(金)
	(5)衛星通信技術	
データ利活用基盤分野	(1)音声翻訳・対話システム高度化技術	11月21日(水)
	(2)社会知解析技術	11月21日(水)
	(3)実空間情報分析技術	
	(4)脳情報通信技術	12月11日(火)
サイバーセキュリティ分野	(1)サイバーセキュリティ技術	12月27日(木)
	(2)セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術	
	(3)暗号技術	
フロンティア研究分野	(1)量子情報通信技術	1月11日(金)
	(2)新規 ICT デバイス技術	
	(3)フロンティア ICT 領域技術	
オープンイノベーション分野	(1)技術実装及び社会実装を可能とするテストベッド構築	12月25日(火)
	(2)オープンイノベーション創出に向けた取組の強化	11月22日(木)
	(3)耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進	
	(4)戦略的な標準化活動の推進	
	(5)研究開発成果の国際展開の強化	
	(6)サイバーセキュリティに関する演習	12月27日(木)

分野評価委員会  
3年間(平成28年度～平成30年度)  
実績評価



分野評価委員会  
センシング基盤分野  
評 価

項目	(1)リモートセンシング技術
----	----------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 近年の日本のイノベーションへの要求において、実データを収集するセンサーは日本の優位性を決める技術として認知されている。  
リモートセンシング技術は、文字どおり遠隔観測における電磁波の存在価値を知らしめるものであり、電磁波を知り、さらに電磁波で観測できる事象を広げるための計画であり、高く評価できる。広範な技術、計画のそれぞれの価値は高く、Cyber Physical System の中で主役となる実データセンサー技術の独走を期待したい。観測、モデリング、予測のサイクルをバランスよく進めている。
- 第4期中長期目標の3年間の評価として、リモートセンシング技術の研究開発全般においては、実施状況が目的・目標に対してほぼ順調に進んでいるばかりか、個別の事業においては、いくつか特に顕著な成果の創出が見られたこと。
- 近年増えている異常気象などに対応するための防災・災害対策
- 老朽化していく社会インフラの維持・管理のための非破壊検査
- 地上・航空機・衛星からの電波と光をつかったリモートセンシング技術の高度な研究開発を達

成している点を高く評価する。

- 電磁波応用の分野についても、非破壊センシングとホログラムによる先進的な可視化技術の両面で高い成果を上げている。
- 光や電波を用いて大気状況や地表面の様子を瞬時に把握するリモートセンシング技術の研究開発を行い、それによるゲリラ豪雨の直前予測など、社会の課題に答え、技術の社会実装を目指した目標設定になっていて、この分野をリードする研究機関として適切な目標設定と計画になっている。
- リモートセンシング研究室では、フェーズドアレイ気象レーダーと地上デジタル放送を用いた水蒸気量推定に関連する項目は、同化実験に利用する事、2 重偏波化によって豪雨等の早期予測可能性を探るもので、発展性も考慮して意欲的な計画と言える。ウインドプロファイラと SAR に関しては社会的価値の点で評価できる計画である。衛星搭載ドップラー風ライダー開発は、気象予測精度を大きく向上させる重要なテーマである。テラヘルツ研究室は GOSAT 衛星、SMILES、火星探査へのテラヘルツ分光の面で次世代型衛星の研究開発に貢献が計画されている。電磁波応用総合研究室は、ホログラム技術開発計画が高く評価できる。

#### (改善すべき点)

- リモートセンシング技術は、広範な分野に跨る 10 個の計画・目標が挙げられているが、電磁波を理解し使いこなすテーマ、測定手段を開発するテーマ、観測する対象や応用分野が異なるテーマ、など次元の異なるテーマを一覧でならべているため、若干まとまりが見えない。リモートセンシング技術は、他の3つの技術に比べて範囲が広いので、研究所の中で占める割合は大きいはずである。組織(主に研究室単位)別に評価する必要は理解できるが、この体制規模の違いも考えると相対評価は、難しい。
- リモートセンシングの中については、10 個の目標がそれぞれ、評価軸(科学的意義、社会的価値、社会実装)の選択を行っている。この位置付けは分かるが、いくつかの複雑な課題が増えてくると、技術的区分け(自然と周波数、装置化毎にソートされる)と課題的(応用分野毎)区分けが混在してくるので、評価の際のまとめ方は最適な方法を模索する必要がある。
- 橋渡し機能の観点で、観測、モデリング、予測のサイクルでの内外パートナーとの役割分担を明確に意識してほしい。
- 人的・資金的資源に比べて目的・目標が肥大化していないか、検証する必要があるのではと感じる。防災・災害対策などを主眼とするのならば、「火星探査機搭載」には違和感がある。
- わずかではあるが計画の遅れはある。しかし航空機や衛星計画の遅れなど外部要因によることである。特に、衛星観測の実施機会が限られており、さらに打上げの遅れ等が頻繁

である点に留意すべきである。提携相手に気を使う必要はあるだろうが、外国や場合によっては私企業による衛星への搭載などを、より積極的に探ってほしい。

- 計画立案、技術開発、技術立証、論文化、社会実装の中で、実績の項で述べるが、リモートセンシング研究室は特に論文化の面が弱い。論文化を計画目的目標の中で具体的目標についてあげるべき。衛星計画実現を目指して、外部機関との連携のもと計画目的目標を再度練り上げるべき。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 2 偏波レーダーの開発、放送波の遅延から水蒸気量を逆算するなど、工学的な手段から、学術的にも意義ある結果を導いた点を評価する。
- これらは実世界での成果であるが、今後、異分野データも含めた、ビッグデータ解析(AIも駆使)から、これまで見えなかった観測手法が開発される可能性を広く示している。
- 国際水準については、学術的な競合、主導などの状況が報告されている。同様に、特にサービズレベルで社会実装の進み方についても、国際比較が見たい。
- 組織内協働に加え、国研として、大学や他研究機関、海外との協働、競争、Funding 機能、民間との橋渡しも求められる。これらの多彩な役をこなしている努力を評価したい。
- リモートセンシング技術の社会実装が主たる役割として期待される中、二重偏波 PAWR(MP-PAWR)を開発した点、地デジ放送波の遅延から水蒸気量を推定する新技術を開発した点、世界で初めて GOSAT 衛星 CO<sub>2</sub> の同位体比データから人為起源・自然起源の CO<sub>2</sub> の分離を可能にした点などは科学的意義も S レベルと高く、他のリモートセンシング技術の研究開発事業内容を含む全体の評価としても、科学的意義の顕著な成果の創出が見られたと認められる。
- 各種装置・技術開発 新型気象レーダーの開発、地デジ放送波を利用した測定技術開発など

- データ解析手法の開発、公開
- 二重偏波 PAWR の開発と観測、地デジ放送波を用いた水蒸気測定手法の開発、衛星からのテラヘルツ観測技術開発を特に高く評価する。
- 衛星からの放射計観測データの解析技術が世界的に評価されて標準化された点もすばらしい。
- 二重偏波フェーズドアレイ気象レーダーの開発や地デジ放送波の遅延を利用した水蒸気量の推定技術の開発を行い、高度な学術的な成果をあげるとともに、それらを社会実装までつなげた。
- GOSAT 衛星による CO<sub>2</sub> の同位体比データ解析の世界初の成功、non-LTE テラヘルツ電磁波伝搬モデルの開発、火星水資源探査機搭載超小型テラヘルツ分光センシングシステムの開発など、学術的に優れた成果をあげた。
- フェーズドアレイ気象レーダーの二重偏波化の実現、地上デジタル放送波を用いた水蒸気量推定技術、火星探査用テラヘルツ分光システムの開発(A)。SAR の ISPRS 誌への掲載、ドップラーライダー衛星に関する3本の JMSJ 論文化、地上ドップラーからの降水推定の JTECH 論文(A)。Non-LTE テラヘルツコードの A&A 論文、SMILES の GRL 論文は評価(A)。ホログラム技術に関する Nature communications, Optics Letters, Applied Optics 誌掲載は大変高く評価(S)。SAR の文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)と Pi-SAR の前島密賞の受賞(S)、ドップラーライダー、WPR などを組み合わせた対流の種の観測で気象集誌論文賞は高く評価(A)。

**(改善すべき点)**

- 研究開発成果を、センシング技術における手段開発、データ解析による発見、現象を説明できるモデルの提言と実証、などに分類して説明すると、電磁波研究室の役目がより見える化できるのでは。
- 意義を主張するために、(成果の示しかたとして)ビジュアルなものは分かり易いが、定量的比較法をより分かり易くしてほしい。たとえば、予測精度を評価するには、(正しい解が観測できるとすれば)、時間を過去にさかのぼったデータを使い、実際の観測データと定量的に的中程度の比較を行い、新手法と旧手法を例えば遡れる時間で比較するなど。
- 分解能を挙げた効果を謳うには、全データから間引いた低分解能データでの結果との差を実データで比較するなど。
- 一般論としての指摘であるが、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌へ投稿をさらに増やしてほしい。

- 専門外なのでよくわからないが、学術誌などに積極的に成果を論文として報告しているならば、このままで良い。
- 電磁波応用総合研究室、テラヘルツ研究センターを除くと、論文の成果がやや弱い。技術立証は論文化まで持っていく努力が必要である。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 近年、SDGsに代表されるように、科学技術の社会的価値、社会貢献の度合いを問われる傾向が強まっている。  
社会課題や政策課題の解決は、直接的なもの短期的なものが多く評価されやすいが、NICTとしては、説明責任を果たしたうえで、むしろ長期的で間接的な成果の活用が課題であろう。
- その意味で、社会的価値⑦や⑧も重要な貢献であるし、社会的価値を評価尺度に挙げていない⑥なども、観測精度の破格の向上に寄与するもので評価したい。(参考電波天文におけるビーム操作も観測の質の変化をもたらしたと理解している)
- ゲリラ豪雨・竜巻等の突発的大気現象の早期捕捉・発達メカニズムの解明を目的として、フェーズドアレイ気象レーダー(PAWR)による観測・解析手法を開発している点。
- フェーズドアレイ気象レーダーの二重偏波化(MP-PAWR)に関する研究開発で実証実験が実現できた点。
- 地上デジタル放送波を用いた水蒸気量推定技術の開発およびその実証が大きく前進した点。
- 次世代 WPR の実用化研究が前進した点 など多数。
- 異常気象などに対応するための防災・災害対策
- 老朽化する社会インフラの維持・管理のための非破壊検査



- 観測データをスマホアプリを通じて配信するシステムの開発、地デジ放送波からの水蒸気計測システムの普及に向けた開発、合成開口レーダー技術の災害問題への応用の努力、衛星放射計データ解析技術の公開など、社会への応用めざす研究成果を高く評価する。
- non-LTE テラヘルツ電磁波伝搬モデルが世界標準になるなど、社会的にも価値の高い成果をあげた。
- 豪雨予測などを含む気象予報、災害発生時の状況把握、インフラモニタなどで注目される成果をあげ、それらは社会的価値も高い。
- フェーズドアレイレーダ開発とその実現、同化システムへの応用によるゲリラ豪雨現象の直前予測、SARの高性能化、テラヘルツの non-LTE 電磁波伝播コードの配布、関東での地上デジタル波から水蒸気量観測網を構築、火星探査用テラヘルツ分光の BBM 着手。

#### (改善すべき点)

- 社会的価値、を定量的に示すには、影響を受ける人数、経済効果など他に、この技術がないとしたらどのような困難があり、代替えはあるか、などの定性的評価も一考したい。
- 科学的価値と重複するが、成果の示しかたとして、定量的比較法をより分かり易くしてアピールする文化も欲しい。たとえば、予測精度や分解能の評価をユーザーに分かり易くする方法を探りたい。
- 単純に「防災・災害対策、および社会インフラの維持・管理」という目的ならば、他機関とは積極的に協力するべきで、あえて競争する必要はないのではないか。
- A と判定されていない項目(項目2、3、5、7、8、9、10 以外)では社会的価値が客観的に認められる成果を挙げる努力が望まれる。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- スマホアプリ開発、②豪雨予測情報公開、④クラッター除去法標準化、⑦伝搬モデルの公開、⑧テラヘルツ分光システム設計などは、出口フェーズで成果を出した。  
ここで、社会実装の定義は、社会への影響の大きさ、緊急度とは別に、ビジネス化、知財化、研究の出口という意味のように見える。  
(例えば、火星探査などの評価は、具体的な観測が始まる時期ということで、「実装」と位置付けているようである。論文公開、標準化終了など)
- NICT の職員で直接ユーザーと対する実装を担っているのは限られた人数、部署であろうから、パートナーとの関係において技術移転を円滑に行ったかと理解する。
- 観測精度をさらに向上させる二重偏波 PAWR(MP-PAWR)を開発し、性能評価後、観測運用を開始し、ゲリラ豪雨の直前予測情報を2,000人にメールにて配信する実証実験を平成30年に実施した点 他。
- ゲリラ豪雨の直前予測情報配信の社会実験
- マイクロ波、ミリ波帯の電磁波による非破壊検査
- 多方面において研究成果の社会への応用を目指す努力を払い、成果を上げている点を評価する。
- 電磁波応用の分野においては、マイクロ波による非破壊検査技術の社会応用を推進してい

る点を高く評価する。

- 大気状態データの民間活用、ゲリラ豪雨早期探知システムの実証実験など、研究開発の成果が社会実装につながる取り組みが積極的にされている。
- マルチパラメータフェーズドアレイレーダ開発とその実現、同化システムへの応用によるゲリラ豪雨現象の直前予測の実証実験(A)、非破壊検査技術としてのマイクロ波、テラヘルツ、赤外イメージング技術の実証と民間企業と連携、実用化を目指した技術移転。

#### (改善すべき点)

- リモートセンシングにおける一般の評価に直結するデータを実装後に得ることができれば、科学技術と研究開発に関する理解が深まる。  
SNS などで、予測の当たり、はずれなどが話題になると、良い指針になる。
- 幾つかの実証試験を行っているが、その結果と、評価はどうであったのか知りたい。
- ⑤の災害時観測結果リアルタイム配信は、一度のみの試みか、今後継続的に行われるのか？
- 「⑧ビッグデータ利活用研究室と協力し「全国地方自治体キレイな空気マップ」を作成【平成 30 年度】」とあるが、このマップがどのように社会実装され、どのように活用されているかが不明。
- 社会実装するための装置・システムに必要な機能・性能や、実装するためのある程度具体的な道筋くらいは示してもらいたい
- 「防災」という観点からは(事前予測を含めた)速報性が重要となる。ある程度「精度」は犠牲にしてもいいのではないか。
- 実施計画によると今年度からいくつかの項目で実利用が始まることになっているが、最終年度まで「実用化検討」のままのものがある。また、はっきりと「実用」と示されていないものもある。
- 特に気象分野の研究成果の社会実装については、NICT が主体として取り組める部分には制限があるが、それは当然であろう。リモートセンシング技術に関しては、社会実装の推進を頑張るよりは、むしろ科学成果の更なる追及に取り組んで行っていただきたい。

項目	(2)宇宙環境計測技術
----	-------------

## 1. 目的・目標

### (1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2)コメント評価:

#### (評価する点)

- 専門ユーザーに対してであるが、社会実装の形は宇宙天気予報として、運用と同時にその高度化を目指した研究、モデル化、シミュレーションの開拓、またこれとは独立の資源としてデータ蓄積の業務を目標として立派に遂行している。
- 評価軸としては、科学的意義、具体的な専門家へのサービスとしての社会実装に明確に分かれ、社会的価値も一般的ユーザー相手には間接的なものとなる。これらは、自然なことである。
- まさに、Cyber Physical Systems の通り、データ観測、(ビックデータ)分析、天気予報としての運用の社会実装を行っている。学問的には、ビックデータ分析における AI の活用と新しい現象の発見、物理モデルの構築、解明による一般化を、少ない人数で進めている。業績では数名の研究者と判断されるが、世界的、国際的な評価と信頼を得ている。
- 太陽風データを利用可能とする高性能磁気圏シミュレーターの研究開発を進めている点、太陽風伝搬モデルに関する研究開発を行っている点、および宇宙天気予報運用および研究を行っている点などを評価したい。

- 宇宙天気情報の社会利用
- 航空機被曝推定システムの開発
- 宇宙天気情報サービスについて、従来の衛星運用や放送・通信からの需要に加え、民間航空や電力ネットワークなど更に幅広い分野からの興味と需要が高まってきている。これらに対して積極的な対応を行っている点が高く評価できる。
- 研究面では、太陽から電離圏にいたる変動現象の予測に取り組み、地表付近から電離圏までの全地球大気に対する数値モデルシミュレーションを開発するなど、重要な貢献がみられる点が評価できる。
- 電離圏、磁気圏、太陽などを広く対象として、観測データを活用したモデルと実用性の高いシミュレーターを開発し、さらに宇宙天気予報の利用を促進させる活動を推進する内容になっていて、この分野をリードする研究機関として充実した内容になっている。
- 計画項目1 全球大気圏—電離圏モデル(GAIA)の高精度化とその評価。2 磁気圏シミュレーターによる放射線帯予測モデル高精度化、3 AI を用いた太陽フレア予測モデル開発、4 宇宙天気予報の社会利用促進、5 その標準化はいずれも十分に意欲的な計画でありその重要性も含めて A 評価とした。

#### (改善すべき点)

- 国際的な協働がなければ、高度化は目指せないので、電波天文と同様オープンデータの先駆者集団である。現在のオープンサイエンス、オープンデータの議論にも、積極的に参加してほしい。
- CPS における宇宙環境研究室の特長は、シミュレーションモデル開発(物理メカニズムの理解に近い)にあるであろう。実データを用いた同化の研究成果はサービスの精度向上もあるが、むしろモデル開発(物理メカニズムの理解)の進化に使われるのであろう。
- 当初計画からの変更が記載されているが、新旧対照の形でないので、分かりにくい。予算が付いたので、単なる追加を表しているのか？
- 宇宙に人が滞在する時代、宇宙旅行で出かける時代という社会背景を受けて、次の太陽活動極大期に向けて、宇宙天気予報の精度向上や巨大フレア出現の場合の産業への影響の見積もり、ハザードの発信方法など社会実装もさらに加速的に進めてほしい。
- 予測の精度を上げることと速報性を高めることの両立は難しいのだけれど、実用上十分と思われる段階で具体的な実用化を目指して欲しい。(実施計画を見ると「実利用」とつく項目が少ないので…)
- なぜ宇宙環境利用(開発)は必要なのか、基礎研究としての宇宙環境計測は重要だとは思

が、宇宙開発をそこまで莫大な予算を使って進める必要があるのか、また経済活動として採算が合うのかなど、不明確な点が多い。(まあこれは NICT さんの責任ではないが…)

- 大きな問題点はないが、新しい観測への取り組み強化があるとさらに素晴らしい。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 太陽フレア予測モデルを科学的意義が高いと自己評価している。その卓越性(独創性、精度、時間的先行性、感度)など、TSS の具体をより宣伝してほしい。
- また蓄積データの変換で公開への道を拓いた業績も、オープンデータへの取り組みとして大きい業績。
- 分野の特徴でもあるが、各項目が、学術的研究と社会実装とにそれぞれ隔離している。
- 実運用を担うテーマ以外は、モデル化そのものが物理現象の理解、解明と表裏一体であり、科学的意義と考えられる。
- 特に、GAIA の高機能化及びプラズマバブルモデル(HIRB)の高精細化を進め、観測との比較による定量的評価を実施し、世界唯一の統合モデルを 28 年 10 月に開発した点、および、AI を用いた太陽フレア予測モデルを開発し世界トップレベルの成績を達成した点を評価する。
- GAIA と HIRB を組み合わせたより信頼性の高いモデル開発
- AI を用いた太陽フレア予測モデル開発
- 全大気の数値モデル GAIA は他大学との共同による研究成果であるが、それに全世界の気象データと太陽黒点数を同化して毎日のアッシミレーションを行い、数十年間にわたるデータベースを構築した点は高く評価できる。
- 太陽から電離圏までの擾乱現象の発生と伝搬についてのモデル化に尽力し、世界に伍する

成果を出し始めていることを評価する。

- 全地球大気のシミュレーションモデルである大気圏－電離圏結合モデル GAIA の高機能化等を進め、このような結合モデルは世界で唯一である。
- 深層学習を用いた太陽フレア予測モデルを開発し、世界トップレベルの高い性能を示した。
- 世界で唯一のモデル GAIA をさらに高精度化している点、項目2で磁気圏シミュレーションの JGR 論文。AI を用いた太陽フレア予測モデルで結果世界トップレベルであること、これに関連して、Astrophys. J の論文を4本掲載できた事。大林奨励賞、URSI young scientist award の2つの若手の賞、日本 ITU 協会奨励賞。日本宇宙開発利用大賞総務大臣賞。

**(改善すべき点)**

- 国際協力にも相当なエフォートを割いていると思われるが、定量的に記載できないか？
- GAIA のデータ同化は、現象の理解を深めモデルを修正することまで行うのか、単に測定値とシミュレーション結果の誤差を経験的に補正し、予報精度を上げることなのか。
- 優れた成果を多数論文発表している研究者を称賛したい。その一方、一般論としての指摘であるが、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌へ投稿を職員全員の協力および海外も含む共同研究の推進によってさらに増やしてほしい。
- (個人的意見の範疇であるが、)スーパーフレアのメカニズムや発生の可能性なども研究してほしい。
- 大きな問題点はないが、観測面においても新しい取り組みが強化されることを望みます。



### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 観測、シミュレーション、標準化、国際共同など、複数の役目を十分にこなしている。定常観測や標準化活動での取り組みを、学術成果と同列で評価する手法がないため、これを広報すると同時に、組織として支えることは重要である。
- 特に、太陽活動モニタリングと太陽風伝搬モデルの開発により、コロナ質量放出速度推定ツールの開発を始め、28年10月にはフレア発生位置の自動検出に成功した点。および、国内新電離圏観測装置 VIPIR2 の検証を進め、O-Xモード分離イオノグラムの提供を開始したことなど。
- 宇宙天気予報
- 航空機被曝推定システム
- イオノゾンの更新とO-Xモード分離データの提供開始、FMCWイオノゾンの普及につなげるための努力、ユーザーが使いやすい電波伝搬シミュレーターの開発などを評価する。  
地球大気モデル GAIA と太陽から電離圏に至る擾乱予測モデルの統合化を推進しつつある点を評価する。
- 国内の新しい電離層観測装置 VIPIR2 の検証を行って、OモードとXモードを分離したイオノグラムの提供を開始した。
- 項目1のVIPIR2の検証とイオノグラムの提供(A)、3のコロナ質量放出速度推定ツールによる

宇宙天気早期警戒への寄与(A)、5の ICAO 宇宙天気センター、米国と共同した space weather as a global challenge の主催運営(S)。

**(改善すべき点)**

- 太陽風モデルの的中率などが述べられているが、この分野でのすべてのモデルに予報の的中率などを共通指標とできるのではないか。  
初めて開発されたモデル、組み合わせにより初めて可能となった予報などもあるが、これらではその妥当性の評価は今後という理解で良いか？
- 社会的価値を的確に評価するには、
  - ① バブルモデルの高精度化の効果についても、グラフの一致度はわかるが、精度の実用的な意味の説明が欲しい。
  - ② 磁気圏シミュレーターの予測精度の、実用的な意味が欲しい。
- 宇宙天気予報の社会的な意義を幅広く(一般市民に)発信してもらいたい
- 宇宙天気予報をもっと身近にするために、「フライト被曝量予報(仮称)」を始めてはいかがだろうか。例えば、今日、東京-ニューヨーク間を飛行したらどのくらいの被曝を受けるのかを予報するサービスである。特に太陽フレア活動が激しくなった時には注意報や警報を発するなどすれば、研究自体に社会的な関心は集まるし研究の価値も高まるはずである。
- 今後のさらなる展開に期待する。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 実装の評価尺度の一つとして、標準化への寄与が挙げられる。国際的な標準化コミュニティにおいて、リーダーシップを務めていることは、高く評価したい。  
これを国内、所内での評価軸に対応する軸を設けることが組織の役目でもあり重要である。
- ④から③までは、学術的科学的意義が大きい貢献である。
- ③から⑤まで、ユーザー視点でのサービス、ITU-R など国際標準化での重責を担うなど、NICT でなければ難しい業務、運用をとうしての社会実装は、高く評価すべき。
- 宇宙天気ユーザーズフォーラムおよび宇宙天気ユーザー協議会を通し、宇宙天気ユーザーとの交流を図り、社会活動において利用しやすい情報提供を行った点。
- 航空機被ばく推定システム、電波伝搬シミュレーター等のコンテンツ開発を行い、利用者のニーズにマッチした情報提供の準備を進めている点
- 宇宙天気予報センター副局を未来 ICT センター(神戸)に構築する予定。
- ICAO 宇宙天気センターのグローバルセンターに選出された点など。
- 航空機被曝推定システムの開発
- 宇宙天気予報の国際的運用、標準化活動
- 宇宙天気ユーザーズフォーラム等を組織して、宇宙環境情報を必要とする企業等との情報交換を積極的に進めている点を高く評価する。

民間航空分野の宇宙天気サービスについて、国際的なセンターの地位を得た点は高く評価できる。

- アジア・オセアニア宇宙天気連合に積極的に関与し、アジア・オセアニア地域の宇宙天気サービス実施主体との国際連携を推進している点も評価できる。
- 宇宙天気情報の社会利用の促進のために様々な活動を行い、2017年9月の太陽フレア発生についても積極的な対応をした。
- ICAO 宇宙天気センターのグローバルセンター選出、宇宙天気に関する国際会合の主催、世界気象機関(WMO)の宇宙天気検討チームのサイエンスタスクチームリーダーとしての活動など、国際レベルでの連携活動を推進し、成果をあげた。
- 太陽フレア発生に伴うプレス発表多数。宇宙天気予報センター副局を見たい ICT センターに構築。ICAO 宇宙天気センターとしての能力を確認する査察を受け、グローバルセンターに選出された。

#### (改善すべき点)

- 成果の見える化に工夫がほしい。例えば、②や③の予測と観測の比較は、どの程度前に、どのデータを用いて予測したのかがわかるように、予報の先行時間を尺度にしたり、縦軸の密度の精度なども分かりやすく説明するのが良い。リアルタイムの意味もテーマによって大きく異なるであろう。
- 20ページ①のグラフなどは、素人にも納得できる表現であろう。
- 次期太陽活動極大期に向けて、宇宙天気予報の精度向上や巨大フレア出現の場合の産業への影響の見積もり、ハザードの発信方法など社会実装もさらに加速的に進めてほしい。
- ユーザーの立場のみならず、次期太陽観測衛星計画など飛翔体実験そのものに対しても、より積極的な関りを深めてほしい。
- 正直な話、市井の90%以上の人には宇宙環境(や航空機被曝)に関心をもっていないと思う。研究を先鋭化していくと同時に、せめて半数程度の一般人が関心をもつレベルぐらいにまで研究の意義・重要性を伝える努力をしてほしい。
- 宇宙天気予報について、どのような利用者がどのような目的で使用しているのか(利用状況)を具体的に示してもらいたい。
- 「フライト被曝量予報(仮称)」を始めれば、必ず社会的な関心は高まるはず。
- 宇宙天気サービスは、これからモデルを基盤とした運営に移り変わっていくと考えられる。かなり難しい研究開発が予想されるが、期待は大きい。

項目	(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)
----	----------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 周波数、時間の標準を定め、供給するという、きわめて限定的だが基本的な領域で、世界をリードする業績と評価を勝ち取っている。  
目標は、科学的業績と、これを社会へ安定して供給する2つの性格の異なる役割を果たすことである。極限技術として絶対的な標準を目指しているが、多数決原理で精度を上げるやり方は相対的な手法ではある。
- ②光格子時計、③絶対周波数測定で世界をリードするとともに、④⑥通信技術を駆使して遠隔比較法を確立している。
- 研究員の数も比較的多いが、学術的な論文以上に、国際標準化における寄与として成果が評価されている。
- 日本標準時を安定に生成・供給し、分散拠点構築により耐災害性を向上させることを目的に、平成28-30年間、安定に標準時を生成・供給しつつ、本部設備を更新。さらに神戸副局を開局して耐災害性・信頼性を大幅に向上させた点。
- 現行の一次周波数標準より高性能かつ時系維持に貢献する光周波数標準システム(Sr 光格

子時計)の開発に成功した点 など

- 神戸副局の開局、日本標準時の安定供給、危機管理(耐災害性の向上)
- 原子時計の絶対周波数測定および異種原子時計間の周波数比測定
- 時計遷移周波数の国際比較
- 携帯可能なチップスケール原子時計の開発
- 標準技術の研究開発は計画を建てて着実に推進することが求められる。平成 28-30 年度においては、高い目標を掲げた上で、ほぼ計画どおりの達成を得たことは高く評価できる。
- コンパクトな研究体制ではあるが、多方面にわたる要素技術を総合的に組み合わせる点で優位さを発揮できている点が評価できる。
- 生活や産業を支える基盤技術である日本標準時を、高い品質で安定に発生・供給するとともに、耐災害性の向上を目指している。
- 超高精度な光周波数標準器を含む最先端の原子時計、将来性が期待される THz 域の周波数標準技術等、幅広い時空標準技術の開発を進めている。
- 上記の時空標準技術の研究開発や利用に必要である、高精度な計測技術・伝送技術の開発、衛星や電波星を利用した地球規模での時刻・周波数リンク技術の開発を進めている。
- 日本標準時の安定供給、分散拠点化、Sr 光格子時計を用いた光周波数標準システム開発、インジウムイオン光による CIPM 光周波数標準推奨値への貢献、双方向搬送波位相比較、ブロードバンド VLBI 技術確立と光時計周波数比較技術の確立、THz 周波数のコヒーレントな伝送技術確立、チップスケールの原子時計の省電力化小型化において、計画は順調に進捗しており、顕著な成果が上がっている。

#### (改善すべき点)

- 定常の運用を担うチーム、ユビキタス時代で求められるコンパクトで低消費電力な機器開発チームなど、方向性の異なる目標も同じ研究室で進めているが、環境の異なる研究者の連携は容易ではないと推察される。
- 周波数の遠隔比較などでは、通信グループや衛星グループとの連携が必要であり、他の研究室や他機関との協働が重要である。
- 時刻と周波数の精度は、測位や高速通信などの Soc 5.0 概念の基盤をなすものである。
- 研究の成果を、応用面での性能の向上で表現するなど、学術的指標と同時に一般ユーザーにも分かりやすい指標を提案、換算する努力も継続されたい。
- 正確な時刻管理をする意味・意義がもう一つはっきりとしない。基礎研究的な意義はあるのだろうが、一般的な社会経済活動にとってどこまでの精度が必要なのかを具体的に示してほし

い。

- 精度が高いのは決して悪いことではないが、そのためにどこまで人的・資金的資源を投入するのかは、別の次元の(政治・経済的な)問題として意識しておく必要がある。
- 光格子時計の基礎開発に対しては、安定的な研究費の存在が重要であったとの説明があった。この良き点は、ぜひ維持継続していただきたい。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- ②から⑧いずれのテーマも、極限技術の追求といった学術的意義にあふれたものである。研究員の数に対し、取り上げられる卓越成果が多いのは特に評価できる
- 特に、世界で初めて光格子時計に基づく時刻系実信号を半年間に渡り生成することに成功した点、および、国際度量衡委員会時間周波数諮問委員会作業部会から二次周波数標準としての承認を得て、光格子時計での継続的な国際原子時校正を世界で初めて実現した点 など。
- 光格子時計を長期間運用し、国際原子時の較正に貢献
- イオン時計の絶対周波数測定における精度向上
- 二種類の光領域原子時計の周波数比測定
- 他国との光格子時計周波数比較
- 光格子時計を長時間にわたって安定動作させ、世界最先端の精度を達成した点が特に高く評価できる。
- 開発した Sr 光格子時計に基づく時刻系実信号を世界で初めて半年間に渡って生成し、国際原子時と同等もしくは上回る確度と安定度をもつことを示した。
- ブロードバンド VLBI 実験により、VLBI が GPS-PPP より高確度であることを示した。
- 3年間の標準時安定供給と神戸副局の開局。Sr 光格子時計を導入した長期に渡る信号を生



成し、国際標準時校正利用の承認を得る計画を達成していること、それらの成果を Sci.rep., Opt. Express, Appl. Phys 各誌に掲載。暗黒物質探査への Sr 光格子時計技術の応用(Science Advances 誌)、インジウムイオン光周波数の時計遷移周波数測定し(Opt. Express)、CIPM 推奨値に貢献し、衛星リンクの  $10^{-17}$  台の安定度を達成(IEEE Trans. Ultrasonic Ferro. Freq. Cont.), ブロードバンド VLBI 技術確立と、VLBI による日伊光格子時計周波数比較実験実施、THz の位相コヒーレントに 20km の伝送技術(Appl. Phys. Express), などきわめて優れた成果を創出している。

**(改善すべき点)**

- 計画においても、定量的な Goal を定めているものではなく、どこまでできるか極限を追求する世界である。この場合、現実社会での具体的な活用、応用が研究を牽引する場合が多い。長い歴史的業績の蓄積の中で、5 年を超えた研究の目標を説明する必要がでてくるであろう。現実的な効果で説明できれば、より研究の意義も分かり、研究に対する支持を受けることができる。
- 相対的な精度追及の中で、ビックデータ技術など今後ソフト的処理技術の入る余地についても、検討を行ってほしい。
- あくまで一般論としての指摘であるが、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌へ投稿を海外も含む共同研究の推進によってさらに増やしてほしい。
- 時間・周波数精度の世界記録を目指す以外で、新しい研究の方向性(社会的な側面も含めて)があるのか知りたい。
- 「世界記録」は相対的な価値でしかない。地球(Globe)上には必ず一人は(生死を別として)世界記録保持者がいる。相対的な「競争」ではなく、例えば「ここまで精度が上がれば新しいこれこれができる」といった、絶対的な意義・価値があるのかを明確にしてほしい。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 社会との直接の関係、寄与は見えない領域である。基盤技術であるが、その精度の向上に合わせて、自動走行、みちびき関連、G 空間、超高速通信、ロボット農業などのシナリオが書き換えられ、まさにスマート社会の必須技術となる。
- 今後のスマート社会の安心安全、5G などの高速通信などには、必須の要素研究であるが、社会的貢献を単独で評価するのは適当か？
- 世界で初めて光格子時計に基づく時刻系実信号を半年間に渡り生成することに成功した点、および、国際度量衡委員会時間周波数諮問委員会作業部会から二次周波数標準としての承認を得て、光格子時計での継続的な国際原子時計校正を世界で初めて実現した点
- 薄膜共振器を利用して消費電力わずか 9mW の 3.4GHz 低位相雑音発振器及び MEMS Rb セルを開発し、短期安定度で商用品を 1 桁以上上回る原子時計動作を実現した点
- 日本標準時の安定的な生成・供給、および非常時に備えた分散拠点の整備
- 光時計遷移周波数の国際比較および国際原子時計校正への寄与
- 携帯可能なチップスケール原子時計の開発
- 高精度な時刻同期網の構築
- 開発された低消費電力かつ小型の高安定発信器は、広い応用範囲が期待できるものであって高く評価できる。

リモートセンシング分野との連携によって大気中の水蒸気量の測定技術の開発に成功した点も高く評価できる。

- 時空標準技術の利活用領域の拡大のために、テラヘルツ標準の確立や、原子時計の小型・低消費電力などを実現した。
- 原子時計の低消費電力化と小型化の達成。光格子時計による CIPM への貢献。

**(改善すべき点)**

- イノベーションの観点で、NICT 成果の産業界への橋渡し、技術移転は、きわめて重要な意義、価値がある。この領域での社会的価値は、利活用方法の探索に尽きると思う。
- 標準化での高い評価を支えるためには、国内の認識、理解が不足している。時空標準技術産業の振興への寄与が目に見える指標を、組織、国として作り出し、支援する必要がある。
- 精度の高い時計の一般的な(商品としての)価値についても探索する必要があるのではないか。特にチップスケール原子時計の市販品としての市場規模の調査は必要なのではないか。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 社会実装の Goal をどこに設定するかにもよるが、標準時間、周波数の供給体制の安定化を実現したことは、評価すべき。
- 神戸副局を開局した点
- 新しい無線双方向測位技術を提案し、実験室にて非常に高い計測精度を確認し、安価・高出力なモジュールを民間の協力のもと試作。ネットワーク化等も実現して社会実装に向けて前進した点
- Sr 光格子時計の開発
- チップスケール原子時計(CSAC)の低消費電力化及び極小化 ほか
- 携帯可能なチップスケール原子時計の開発
- 時刻周波数標準の副局を神戸に整備した点は、標準の安定運用に資する点で高く評価できる。
- 日本標準時システムに神戸副局を追加して冗長性構成をとり、耐災害性や信頼性を大幅に向上させた。
- 新しい無線双方向測位技術を提案して、高精度な時刻同期網の構築を進め、その社会実装に向けて着実に前進させた。
- 原子時計の小型・チップ化や、無線双方向時刻比較技術(ワイワイ技術)を実装したモジュール

ルのネットワーク化の技術を開発した。

- 日本標準時安定供給と副局整備、光格子時計の継続的国際原子時計校正、新しい無線双方向技術 WiWi の実証と安価高出力モジュール試作。

**(改善すべき点)**

- 狭い分野での極限追及の面と、安定性が求められる運用業務の面とで、それぞれ実装の具  
体が変わってくる。
- 衛星打ち上げなどの外的要因により凍結されている計画もあり、研究者のモチベーション維  
持、次期中期への方向性模索なども並行して進めるなどが必要かと思う。
- 人的配置も含め、副局機能の安定した運用を。
- 特に顕著と思われる研究開発成果の社会への発信強化を。
- 「時間」とは物理学のパラメーター(変数)であり実体がない。これを物理学の言葉でちょっと強  
引だが正確に表現すると、「時間演算子はない(定義できない)ので時間は物理量(観測量、つ  
まり実体)ではない」となる。したがって実体のないものを社会実装することはあり得ない。
- しかし、「時計」は「時間を表示するモノ」なので社会実装は可能である。その際、上記のよう  
な頭でっかちな議論をしていると売れるものも売れなくなる。高精度にはこだわりつつ、市場  
の要請をきちんと把握することが肝要だろう。

項目	(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)
----	----------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 目標、計画は妥当であるが、各種電波機器の技術革新、普及につれ、併せて、世界の標準化の動き、5G などの時代の要請により、5年より早い間隔で研究対象を変えることもある時代である。
- 計測基礎技術である、先端 EMC 計測技術では、試験評価法、較正法の確立、高度化に加え、国際規格策定への寄与など、計画、実績共に卓越した内容となっている。さらに、テラヘルツ領域の出現に対しての電力測定など、産総研との協働により所掌が広がりつつあるが、サービス開始にまで至っている。また次世代レーダーの測定サイトに関する検討も進めている。高く評価したい。  
もう一つの柱である、生体 EMC については、5G 次世代移動通信方式への対応として、ミリ波帯への生体影響、評価法の開発、近年盛んになった無線電力伝送技術の電波環境評価、適合性評価方法の国際標準化への寄与など、案件が急に増えている。学術的な裏付けも併せ、日本のリーダーシップを堅守している。
- 先端 EMC 計測技術:実環境における近接波源による広帯域電磁干渉評価法の研究開発、

電波法に基づく、較正サービスの実施と国際整合性の確保、周波数 300GHz までの電力標準開発と電力計較正サービスの開始など。

- 生体 EMC 技術:ミリ波帯までの生体組織の電気定数データの取得と、数値人体モデルの開発・改良を行い、テラヘルツ波帯電波と人体の相互作用メカニズム検討手法を開発、5G、WPT 等の新しい無線システムの電波防護指針への適合性評価方法の開発に向けた検討など。
- 電波法に基づく較正サービスの着実な実施及び新較正サービスの開始
- 放射妨害波を測定するループアンテナの新しい較正法の開発と国際規格化
- ミリ波帯までの詳細な人体ばく露特性の評価、ばく露保護に関する国際ガイドラインへの貢献、メッシュ構造数値人体モデルの開発
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発、国際規格策定への貢献、評価法の国内標準への貢献
- 基礎的な計測技術の研究開発と社会実装をバランスよく進めている。またその到達点も非常に高い。
- 限られたリソース(人的リソースも含め)ではあるが、将来へ向けて必要性が高く、学術的にもレベルの高い研究テーマが設定されている。
- 電波法に基づく較正サービスの実施や、研究開発した成果に基づく国際規格策定への活動など積極的に進めている。国立研究開発法人としての使命でもあるが、しっかりと成果につなげている。
- 実環境における近接波源の電磁耐性試験を広帯域で実施可能なアンテナの研究開発、220GHz から 300GHz までの電力較正を可能とする機器開発、ミリ波の生体組織の電気定数取得、テラヘルツと人体の相互作用の評価手法開発、ワイヤレス電波伝送システム周辺での電波防護指針への適合評価性方法開発は、意欲的な課題設定である。これらの課題に対して、国際標準化への貢献、顕著な科学的知見も得られるなど順調な進捗状況を示している。

#### (改善すべき点)

- 評価法について。この分野では、IEEE などの主要学会での賞を受けるなど、日本の貢献は世界的に認められている。しかし、EMC、EMI の分野は産業界の裾野とその距離が近いことが特徴でそのことは評価されるが、一般に学術論文化は容易ではない。論文に併せ、標準化への反映、規格作成を丁寧に評価すべきであろう。
- 従来より、はるかに早い世の中、技術の変化に対応して、計測手法の整備が求められてゆくため、研究体制や測定体制の整備は、組織の責任で行う必要がある。

- 第三者からは、研究開発の内容が多岐でどのぐらいの人員・予算が必要なのかが分かりにくい(センシング基盤分野全般への指摘として)。
- 専門外なのであまり思いつくことはないが、研究そのものが「受け身」となっている感がある。新製品/規格(LED電球、5Gなど)が出るたびにEMI対策が必要となるのはわかるが、そもそもEMIを出さない手法の提案・開発をするのも必要だろう。どうしても「新製品/新規格登場→安全性評価→規制/基準策定」という流れとなってしまうようであり、現状は肅々とこの作業をこなしている状況のように見える。
- 外部評価委員会の際の話として、LED電球はDC配線を使えばEMIは出ないようである。すると、例えば太陽光発電を取り入れている施設や家庭では、わざわざ電圧を交流100Vに変換せずに、発電した直流電圧のまま使うのがより効率的だと思われる。LED電球だけでなく、PCやTVなどのあまり電力を使わない機器もDC給電の方が効率的だと考えている。



## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 電波利用環境の整備、安全確保の観点でインフラにあたるこの分野において、科学的意義そのものを問うことは、疑問が残る。最近のこの分野の研究は、標準化に加え、シミュレーションと測定法の開拓が中心であり、学術的な現象理解は、これを追う形で進んでいる。
- 測定法の開拓は、学術的なものでも標準化として結実することが多く、評価軸としては、社会的価値と社会実装とで行うのが妥当であろう。
- 医療機器等における近接電磁耐性試験用の新型 TEM ホーンアンテナの特性を数値計算により検討した点
- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得し、詳細な人体ばく露特性を評価した点など
- 放射妨害波を測定するループアンテナの新しい較正法の開発
- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得し、詳細な人体ばく露特性の評価
- メッシュ構造数値人体モデルの開発
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発
- 新型の TEM 標準アンテナの開発、ミリ波～テラヘルツの電磁波に対する人体モデル開発は高く評価できる。
- 医療機器等における近接電磁耐性試験用の TEM ホーンアンテナを開発するために、特性の

数値計算からプロトタイプ開発、性能実証まで達成し、成果を学術雑誌での論文発表、特許出願、国際標準化まで進展させた。

- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得して、数値人体モデルの開発、改良を行ったり、THz帯電波と人体の相互作用メカニズムの評価手法を開発したりするなどして、社会的にも重要で、科学的に先駆的な成果をあげている。
- 300Hzまで動作するカロリメータの開発(IEEE Trans. IM 誌掲載)、IEEE IMS 2016best industry paper award, 電波産業会電波功績賞、ミリ波帯の生体組織への電気定数測定と数値シミュレーションによる電波ばく露量評価(Physics in Medicine and biology 誌)、テラヘルツ帯と生体組織の相互作用解析(Biomedical Optics Express 誌)、ワイヤレス電波送信システムの高精度ばく露評価論文(IEEE Trans. MTT)など顕著な成果があがっている。

#### (改善すべき点)

- 一般化、国際標準化の観点では、学術論文の発信が重要であり、標準化戦略としても、複数機関、企業も巻き込んで、より多くの論文の発行を心掛けてほしい。
- 一般論として、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌への投稿を海外も含む共同研究の推進によってさらに増やしてほしい。
- 較正サービスなどの通常業務や、国際/国内規格・標準化の作業など、学術論文にしにくい部分に時間を取られているのと思うが、可能な限り論文発表をしてもらいたい。
- 専門外なので正確には判断ができないのだが、「そこにあるモノを測定している」場合が多く、「新しいモノを生み出す」といった感じがほとんどない。
- これまでも高いレベルの研究成果を出していると見ているが、対外的な成果発表、プレスリリース等を更にも積極的に進めることを期待している。
- 上記(300Hzまで動作するカロリメータの開発(IEEE Trans. IM 誌掲載)、IEEE IMS 2016best industry paper award, 電波産業会電波功績賞、ミリ波帯の生体組織への電気定数測定と数値シミュレーションによる電波ばく露量評価(Physics in Medicine and biology 誌)、テラヘルツ帯と生体組織の相互作用解析(Biomedical Optics Express 誌)、ワイヤレス電波送信システムの高精度ばく露評価論文(IEEE Trans. MTT)など顕著な成果があがっている。)以外の項目でも、成果を当該分野で国際的に評価のあるとされる論文誌に掲載を目指して欲しい。

### 3. 社会的価値

#### (1) 評点評価

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

#### (2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 環境計測分野、標準化、規格策定に係る②、③を中心に社会的価値は十分である。
- 生体 EMC に関する日本の Community の貢献は、学術的にも世界に認められており、標準評価モデルとして反映されるなど、日本チームの貢献は卓越している。
- 医療機器等における近接電磁耐性試験用の新型 TEM ホーンアンテナのプロトタイプ開発し性能実証を行った。
- 新スプリアス規制への対応、THz 帯電波の利用拡大を目的として、220～330 GHz の国家標準トレーサブルな電力標準を共同開発し、電力計較正サービスを開始した。
- ミリ波までの生体組織の電気定数データを取得し、詳細な人体ばく露特性を評価し、ミリ波帯への人体ばく露防護に関する国際ガイドラインおよび国内規制の根拠データとして採用された。
- 電波法に基づく較正サービスの着実な実施及び新較正サービスの開始
- 放射妨害波を測定するループアンテナの新しい較正法の開発と国際規格化
- ミリ波帯までの詳細な人体ばく露特性の評価、ばく露保護に関する国際ガイドラインへの貢献
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発、国際規格策定への貢献、評価法の国内標準への貢献
- テラヘルツ電磁波の電力標準の開発、ミリ波～テラヘルツ電磁波の人体ばく露防護指針の提

唱などが高く評価できる。

- 今後、利用が拡大するであろうTHz帯電波の電力標準の開発をし、すでに電力計較正サービスを開始した。
- ミリ波帯まで使える数値人体モデルを開発して、人体ばく露特性を評価し、その国際ガイドラインや国内規制の根拠データとして採用された。
- 新しい TEM ホーンアンテナプロトタイプは数値計算主導で開発され、格段に高効率のものとなり、その特許出願、市販用モデル試作までいっている。LED などからの放射妨害波の測定に利用するループアンテナの新しい較正法を開発して、国際規格化を目指している点。THzの電波利用拡大のための330GHzまでの電力標準を産総研と共同開発した点。レーダスプリアス測定場の選定と評価を可能にした点、国際・国内ミリ波の人体防護ガイドラインへの採用、5G、WPTの電波防護のIEC採用を評価して判断した。

#### (改善すべき点)

- 業務の変化の速さに対応し、テーマも課題対応となっており、価値のある研究テーマを提案、探索するのは、致し方ない。  
当面はこの状態が続くものの、将来は、学問的立場からの測定法や規制法のあるべき姿の提案などへと進化させてほしい。
- どうしても「新製品/新規格登場→安全性評価→規制/基準策定」という流れとなってしまうようであり、現状は粛々とこの作業をこなしている。あまり改善する余地はないのではないか。
- 計器の較正サービス等、社会的に求められる活動を継続的、安定的に実施するために、それに必要な課題の整理をしっかりと行って、先回りして対策をとっていくことが必要であろう。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 規格策定、標準化への反映が社会実装と考えると、高く評価できる。  
生体電磁環境の研究には、科学的根拠を示し一般の誤解を解消することなども重要な課題となっている。
- 新スプリアス規制への対応、THz 帯電波の利用拡大を目的として、220～330 GHz の国家標準トレーサブルな電力標準を共同開発し、電力計較正サービスを開始した。
- 5G、WPT の電波防護指針適合性評価技術を開発、IEC 技術報告書に反映。国際規格策定に貢献するとともに、5G の適合性評価方法の国内標準(情通審答申)に貢献。4G/LTE 携帯電話端末の適合性評価方法の改良(高速化)を検討 ほか。
- 電波法に基づく較正サービスの着実な実施及び新較正サービスの開始
- 放射妨害波を測定するループアンテナの新しい較正法の開発と国際規格化
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発、国際規格策定への貢献、評価法の国内標準への貢献
- 社会からのニーズの高い分野において得られた研究成果に基づき、計測技術の標準化、計器較正サービス、安全基準の制定など社会への還元が行われている。
- ②LED 電球や無線給電装置からの放射妨害波を高精度に測定するためのループアンテナの新しい較正法を開発し、その技術はすでに実用化され、今後、国際規格化される予定であ

る。

- 国内外の標準化に寄与する論文が毎年30～58件あり、活発な標準化活動行っている。
- 独自の技術によるループアンテナの較正手法と、民間技術移転、さらに国際規格標準化など国際的にリードしている。カロリメータ開発によるTHzまでの電力計較正サービスを世界に先駆けて実現していること。10GHzから1THzの生体組織への影響評価が、国際標準ガイドラインの根拠資料となり、国内・国際的な人体防護規制に反映される見込みであること。5Gの研究成果のIEC技術報告書への反映と、それが国際規制発行に結びついていること。

**(改善すべき点)**

- 政治的な力関係も働く標準化の現場でこそ、学術的知見が重要でリーダーシップにも通じる。標準化と規格策定と同時に、その内容を論文執筆に連携させる方向で進めてほしい。
- 先端EMC計測では、産総研との連携、分担も評価に考慮したい。
- ここも、「新製品/新規格登場→安全性評価→規制/基準策定」という流れの中では、現状を大きく変えることはできないのではないか。
- 改善すべきということではないが、長期的な視点に立った継続的な(人的)リソース管理が必要である。

分野評価委員会  
統合 ICT 基盤分野  
評 価

項目	(1)革新的ネットワーク技術
----	----------------

## 1. 目的・目標

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

(評価する点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 段階的な目標設定を行っていること。</li> <li>• 目標のいくつかについて数値目標が明示されていること。</li> <li>• ②新識別子は、定性的ではあるが、ICN/CCN 分野の技術課題を的確にとらえていること。</li> <li>• フォーラム活動、国際標準化、実証環境公開、オープンソースなどの研究方針が明確に記述されていること。</li> <li>• 革新的ネットワーク技術として IoT を想定したネットワーク構築制御自動化技術や ICN を果敢に持ち込んで研究し、論文活動だけでなく実装、ソフトウェアの公開、テストベッドでの実証等着実に成果を出している。標準化活動も実施しており、要員を考えると検討している。</li> <li>• ネットワーク構築制御の自動化技術においては、機械学習(その中の強化学習)を導入することによる資源移行の効率化とサービス品質向上を継続検討しており、機械学習がネットワーク運用に関してどのような効果があるのか、に対する世界的な問いかけへの答えを先導的に発信し続けている。</li> <li>• CCN 通信ソフト「Cefore」の開発とオープンソースとしての公開を行っており、ICN/CCN 通信に関する様々な研究開発を先導するとともに、社会的な普及に努めている点が評価できる。</li> <li>• IA-SFC に関しては、その初期実装を当初計画よりも早期に達成している。</li> <li>• 現在の通信の超大容量化や IoT 化の動向の中で、諸ニーズに応えるべく、低遅延、高品質なネットワーク、また時々刻々変化するであろう IoT 対応に向けての柔軟なネットワーク構築に向けて、プロトコル、アーキテクチャ面から機構による独自技術の提案を含めて挑戦的に取り組んでおり、大変評価できる。</li> </ul>
---------	---



- アプリケーション、利用環境、社会的要請によりネットワークに期待される役割が大きく変化する現在、本研究開発が狙う、柔軟性、プライバシー、知的処理との融合をネットワークアーキテクチャへ取り込むことは非常に重要な課題である。これらを実現できる新たなプラットフォームの構築が、ネットワークだけではなく社会活動をより良い形へ進化する要素の一つであることから、本研究開発の成果に期待したい。

#### (改善すべき点)

- 目標に記載されている「信頼性」「省エネ」「セキュア」「プライバシー」・・・等が具体的な目標(数値)になっていない。そのため例えば省エネは成果に出ていない。②新識別子においても「高精度」「高信頼」「高効率」をうたっているが、数値目標が不明確なため、成果の主張が結果論的になっている。
- ①自動化の ARCA において、数値目標が不明確なため、資源割り当ての増分結果(15%)がアピールできない。また、挑戦的とも言えない。
- ②新識別子では P.43 の①②③を入り口としている。IP/インターネットの社会的な課題は広く認知されているので、その課題のいくつかを入り口としてストレートに非 IP の代表として ICN/CCN の研究を目的化した方が良いのではないか。
- 研究の起点となるべき社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でなく、多くは技術課題や技術的要求条件として表現されている。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題となってしまう、「社会的価値の創出」が分析・主張できていない。例えば、『10 億程度のレコード、10ms 以内の動的資源調整』が課題解決として主張できていない。
- プレゼンの P.2の将来のネットワークインフラに求められる諸要件の4柔軟性・高弾力性、5高効率データ流通、6安全・信頼性から、P.42 で IoT エッジコンピューティング、P.43 で ICN の成果イメージが出されているが、なぜこのテーマに帰着するのか、もう少し説明が要る。ネットワークセントリックに求められる要件は、データセントリックに求められる要件は何か、3 年前と外部環境が変化しているので再検討して進めた方がいい。
- 現在が悪いという訳ではないが、現代の高度情報化社会は、従来と異なり、通信の対象が人やネットワーク機器から、膨大な固定、半固定、移動端末・センサー、さらにロボットなどとの通信が必要となり、また通信内容も AI により適用的に可変化する必要となる。このようなニーズを適格に捕らえて、限られた人的、予算資源の中で、今後一層目標をしっかりと定めて頂くことを期待する。その際、単にニーズにあおられるだけでなく、公的研究機関として、日本、世界人類の最大幸福度のビジョンの提示も重要と考えられる。例えば、4K、8K への対応も目標の 1 つとされているが、それがどのような社会充実度をもたらすかにより、アプローチも異なるの

ではと想定され、少子高齢化、地域創生などへの対応も見据えたネットワーク研究を期待したい。

- 社会実装に向けて、成果のまとめ方、提供方法についても検討要素に加えることが望ましい。ソフトウェア実装でもあり、それらの普及と新たな価値を創出するためのコミュニティづくりなど、オープンイノベーション推進本部での展開へつなげることを検討いただきたい。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- Machine Learning による 5G Network Slicing の自動化など ARCA 関連は、注目の分野で先導性を評価する。
- CCNベースの高品質リアルタイムストリーミングは、CCNのメリットの例を良く示しており、先導性を評価する。
- サービス機能チェーン手法 (IA-SFC)、自動資源調整機構 (ARCA: Autonomic Resource Control Architecture)、膨大な数のデータフロー毎に処理資源を割当てる自律分散型処理プラットフォーム、ICNで論文活動と実装/シミュレーションでの検証は良くやっている。ARCAの拡張でユーザの資源要求棄却を30%削減できる見込みを得たこと、IoTエッジコンピューティング基盤のgithubにてオープンソース公開したこと、ネットワーク内データフロー処理方式のJOSE上に再現したこと、Mtrace Ver.2のIETF標準化文書(Proposed Standard RFC)等は良い成果である。
- CCNベースの低遅延・高品質ストリーミングのトランスポート技術の検討の成果として、トラフィックの低減とQoE向上のプロトコルの設計技術が世界最高峰の会議に採録されている。
- 前記の目標の元、ネットワーク自動構築や自動識別子によるデータセントリックネットワークなど独自技術を提案し、またIFの高い学術論文誌などでも多くの成果を上げており評価できる。
- プロトコル、制御アルゴリズムについて具体的な実装と実証を通して、研究開発の達成度、また、それを数値的な性能目標と比較しその先導性や革新性を示している点を評価する。標準化活動において本成果が採択されている点からも、本研究開発の重要性が示されており研究開発の社会的な意義が認められる。

### (改善すべき点)

- 5G Network Slicing が、サービス種別やデバイスカテゴリーで Logical Slice されるモデルに留

まっているように見えます(e.g. Kaleidoscope 資料)。物理デバイスの複数論理デバイス化(デバイスのスライス)を明示的に含め、真の end-to-end Slicing で研究開発した方が良いと思われます。

この点は、エッジコンピューティングプラットフォームのアーキテクチャ論にも勿論関係します。エッジコンピューティングインフラ層において、デバイスが仮想化されていない／エッジに含まれていないように読み取れます。

- 革新的ネットワーク技術が、スライス、エッジコンピューティング、AI、ICN に依拠していることに対して、哲学的な観点から説明できる必要があると思う。今は効率のような定量的指標から述べているが、革新であるためには、単なる効率向上ではなく、この技術でないとできない課題を提案できる必要があると思う。
- 線表によると、他の技術課題に比べて計画通りの達成が小刻みな印象を受けるが、これはこの研究課題特有なのか、記載がたまたま小刻みにしただけなのか、または前中長期計画からの成果が継続されて達成が早いのか。一般的に科学的・独創的目標が高いほどその達成までに時間を要することが多い傾向があるが、サービスやそれに対応したシステムニーズの変化が激しい中での、適宜高いレベルの目標再設定などの取り組みを期待したい。
- 標準化のみならず、コミュニティづくりにより本研究開発によるプラットフォームの機能を発展、また、検証していく環境づくりを進めることで、研究開発技術を早期に熟成し、社会へ普及することを検討していただきたい。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- IoT エッジコンピューティング基盤に関する研究開発は、一般的には社会的要請の背景がはっきりしており、価値につながる。
- (非 IPNW の社会実装が見込めているわけではないが) NMRTS は、CCN の拡張として課題解決の 1 技術として評価できる。  
また、ICN におけるユーザとコンテンツの分散管理機能は、(明示的に記述はされていないが) インターネットの持つ社会的課題にリンクしており、1 つの課題解決アプローチとして評価できる。
- 科学的意義での評価に加えて、インフラ層において低遅延応答を維持可能なクロスレイヤ制御に基づくモビリティ対応手法を設計・実装、5G におけるスライシング、DAS2C 設計、Gefore ハンズオン、CUTEi の機能拡張と欧州 GEANT への接続等、社会展開を考えた研究成果が出ている。新たな研究領域の創造に向けた国際的なコンセンサスを得る IEEE SIGBDIN (SIG on Big Data Intelligent Networking) の立ち上げも戦略としては正しい。(H30 時点での評価と同様)
- 軽量かつ拡張性の高い CCN 通信ソフトである Gefore の開発成果として、オープンソースとして公開しており、ノード1000台規模の模倣インターネットと実際の通信機器との接続実験・検証を可能としている成果は社会的な価値が高いと認められる。
- 激変する社会的ニーズに柔軟に適用対応可能なアーキテクチャやネットワークの研究であり、評価できる。
- プラットフォームを 2 階層のモデルで整理、ネットワークを利用する側の視点を取り込める点、データフローという概念で構造を簡潔に整理し制御アルゴリズムによる動的な最適化を可能としている点、block chain 技術を用いたセキュリティ機能を統合している点、実装基盤を活用した評価環境と社会実装に向けたプラットフォーム構築を行っている点を高く評価する。

**(改善すべき点)**

- IoT エッジコンピューティング基盤は、「膨大な数の処理が必要」という抽象課題に対して「1,000 個のセンサー、10,000 個／秒のデータ、100ms の動的変更」の成果を課題解決の解として出しています。社会課題ベースの目標数値設定がなされていないため、これがどんな社会課題解決になるかの主張が十分にできていない。
- ARCA など NW 自動化関連の社会的価値をどのように主張できるかは、研究テーマ的にかなり難しいといえる。「NW の効率的運用」に寄与する成果は社会実装に向けた成果になる。NW の構築運用関係で社会的価値をアピールするためには、例えば、「NW の安全性」のような社会課題にリンクする形で指標設定して評価する必要がある。(そのような指標設定が良いと言っているのではない。無理に社会的価値をアピールしなくてもよいのではないか。)
- 科学的意義の改善すべき点を参照。ネットワーク上で様々なビジネスが行われるようになった今日、ビジネス遂行のため物理世界で作った法律と、サイバー空間でのそのビジネス遂行には齟齬が出ている。技術でどこまで解決できるのかを示し、法制度の改正点を明確にしていくのが国研には求められると思います。そのためには、「スライス、エッジコンピューティング、AI、ICN」を総合した「革新的ネットワーク」のビジネスモデルをフォーラム等を使って検討していくべきではないか。
- 上記評価と裏腹で、激変する社会的ニーズに柔軟に適用対応可能なアーキテクチャやネットワークの研究において、ユニバーサルか、柔軟に修正が必要かの検討を期待したい。
- 利用者に向けた使いやすい環境の提示について、外部との連携などを通じ構築していくことが期待される。これは、本研究開発の社会実装に向けた取り組みとして整理し、オープンイノベーションの枠組みでの取り組みとして進められることを期待する。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- オープンソース化とコミュニティ活動は、社会実装に向けた取組として高く評価できる。
- IETF/IRTF や IEEE SIG への Contribution は実装に向けて必須の活動であり高く評価できる。
- IoT エッジコンピューティング基盤の github にてオープンソース公開や JOSE 上での実装、Cefore ハンズオン、IRTF ICNRG での実装紹介、ICN グローバルテストベッドである CUTEi の機能拡張と欧州 GEANT への接続、IRTF での ICN 関係の RG ドラフト、IETF での Mtrace Ver.2 の標準化文書(Proposed Standard RFC)化などの成果が出ている。また、インフラ層において低遅延応答を維持可能なクロスレイヤ制御に基づくモビリティ対応手法を設計・実装して、広域テストベッド上で動作すべく作業している。
- 平成 29 年度から ITU-T に加えて IETF/IRTF での活動を活発化しており、ネットワーク状態把握手法・ネットワーク内符号化要求・鍵交換スキーマのインターネットドラフト提案を提出しており、研究開発の信頼度向上に貢献できていると認められる。
- ほとんどのテーマでこの 3 年間で社会実装まで順調に達成していることは評価できる。
- オープンソース環境を構築し外部の評価軸を構築していること、オープンソースの環境に実装することで成果の活用の幅を広げている点、エミュレータ環境を提供し技術の評価を積極的に行っている点を高く評価する。

##### (改善すべき点)

- ネットワーク構築制御自動化技術のアーキテクチャやアルゴリズムに関する研究について、論文的成果は高く評価する。しかし、その成果をどのようにして社会実装に繋げるかの取組は必ずしも明確ではない。これらの技術の多くは事業者設備やベンダー製品として実装されるので、社会実装に向けた「出口戦略」(成果の手離れ)をテーマごとに定める必要があると思われる。

例えば、プロジェクトで開発して実証に用いたソフトウェアを直接的に活かすのか否か。技術移転、連携、国際標準化、特許開示、フォーラム化、オープンソース、…等、出口アプローチは多様であり、適切な取り組みを定める必要がある。

- ネットワーク資源分配自動調停技術は RISE のようなテストベッドに関連していると考えますがまだ連携が十分でない。エッジコンピューティングや ICN と同様、テストベッド活用研究会と連携して技術のアピールをした方が良い。特に、AI データテストベッドに関しては、どんなデータを集めるのかはテストベッドではなくそれを利用するプロジェクトが持ち込むので、活用形態について精査が必要だと考える。
- 社会実装の定義が国際会議や論文掲載、国際機関への提言、テストベッド実施などと拝察される。ネットワークアーキテクチャの実用化達成のハードルは高いと考えられるが、標準化活動やデファクトがあるのかどうか不明であるが、3 年間で社会実装のある程度の目途が立っていれば、実際の実用展開の道筋など次の展開を期待したい。
- テストベッドにおける他機関との連携などについても具体的な成果となりうると考えるので、どのようなアクティビティがあるのか定量的に整理していただきたい。



項目	(2)ワイヤレスネットワーク基盤技術
----	--------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- P.3 の耐災害では、社会課題から研究の目的・目標を記述していること。
- Peer Aware Communications に関して、一貫した活動を計画し、実行していること。
- 5G 関連では、多数接続 and 低遅延にフォーカスしていること。
- 目標のいくつかに数値的目標が掲げられていること。
- IoT の重要な適用領域と考えられる工場内無線への取り組みは、無線通信技術の観点だけでなく、ビッグデータや AI 活用の分野への波及効果も大きく、国研の研究テーマとして重要であると考えられる。
- mMTC の研究開発において、20000 台規模の同時接続実験を実施していることから、挑戦的な目標であったと推察される。
- 5G での多数接続性と低遅延特性を実現する技術の検証、工場無線等の多様化アプリに対する無線端末網の適用モデル化、国際標準規格 802.15.8 の改良同期方式の基礎検討、既存広域網を介した論理的な地域自営網構築技術、低速でも広域をカバーできる無線通信技術、フィールド実証として災害情報配信などの社会実装するためのシステム化など、NICT にしかできない課題を主に取り組んでいる姿勢は評価できる。
- デジタルトランスフォーメーションが社会に急速に浸透している現在の状況を NICT の研究背景としてとらえ、その中でワイヤレスネットワーク総合研究センターが何をなすべきかという視点が確立されていることは非常に重要であり、そのことを捉えて研究を進めようとしている点が評価できる。

また、そのような社会を実現する中核にワイヤレスネットワークがあるという考え方は、非常に

重要であり、評価できる。

- ワイヤレスシステム研究室の研究課題は、昨年度に比較して、モノ主体システムの周波数利用効率、ユーザ利便性に整理されており、研究開発の方向性が明確となっている。
- 耐災害 ICT 研究センターの研究目的、目標は、当初の中期計画に基づき、着実に研究開発が進められていると判断される。また、社会実装への取り組みも第三者による運用まで目指したもので、評価される。

#### (改善すべき点)

- (PAC は評価するが)「③高信頼化技術」の括りで PAC や海中埋設や体内外通信というテーマを扱うことはそぐわない。また、括りである「高信頼」に関する数値目標もない。
- 海中無線の目的は理解できるが、目標が明確でない。未解明な要素の多い分野なので、アカデミックな目標設定が適切と考える。
- ②適応化技術で省電力を目標としているが、数値目標の明示がない。
- 5G の自営マイクロセルと公衆網ハイブリッドの前提モデルが不明確なため、目的・目標並びに研究成果の出口戦略が不明確。(物理網が自営と公衆で別である前提のようでありながら、認証に言及しないまま論理スライスネットワークと関連付けている。)
- (耐災害以外の)P.30、P.32 などでは研究の起点が技術課題や技術的要件になっており、社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でない。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題であるケースが多く、「社会的価値の創出」の自己分析・主張が十分にはできていない。
- 目標が多岐に分散しており、また、数値目標など具体性に欠けることから、民間企業の研究開発における主戦場となるワイヤレスネットワークの分野で際立った特長を打ち出せていないように感じる。
- 昨年の重点開発事項であった自営マイクロセルの研究開発について、その進展あるいは計画変更など、その後の経緯を明確にしていきたい。
- 「大規模災害発生時の情報配信等、ネットワーク資源が限定される環境においても、最低限の品質を確保できるネットワーク技術の研究開発」など、社会課題を明確に示したほうが、よりわかりやすいと思われる。
- 改善というわけではないが、今後は、経済の流れ、社会システムの進展の流れなどを踏まえた上での技術の流れを議論すべき時代であろう。今後、そのような流れの中で NICT の技術をどう進めようとしているのかが常に説明されることを望む。
- ワイヤレスシステム研究室の3プロジェクトの推進において対象システムが各2システム提示

され、当該システム実現に必須な要素技術の研究開発を進めるとの目標設定のように感じられる。対象システム設定は研究開発の社会実装に重要であるが、要素技術は他システム実現にも貢献可能な技術であるため、研究目標の設定に際しては成果の反映先を狭めて研究開発を推進するのではなく、状況変化に応じて、柔軟に展開先を定めることが必要である。

- ワイヤレスシステム研究室の研究開発において、研究開発スケジュールが状況変化に応じて変更されていると思われるが、詳細が不明である。また、自営マイクロセルの研究目的が、昨年度までのオペレータ連携から主目標を変更し、研究を推進しているように感じられる。技術の社会実装を考慮しての変更である場合は柔軟な対応と考えられるが、明確な説明がないため、状況判断が出来ない。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- Configured Grant の 1 方法である “STABLE” は先導性と発展性の視点から評価できる。但し、参照信号を挿入する手法や逐次型干渉除去は、5G 以外で旧来からある。
- PAC 分散同期方式は、先導性の視点から評価する。
- 海中無線は、例えば、海水の電波の窓(伝搬損)や伝搬速度周波数特性など基本的な事項ですらまだ未解明な要素が多くある。(電波分野において工学ではなく科学である分野の 1 つ。)  
JAMSTEC と連携したこの分野でのチャレンジを評価する。
- mMTC の研究開発において、20000 台規模の同時接続実験に成功したことは、5G の技術実証結果として先導的な成果と考える。
- 同一時間、同一周波数で 5 ユーザを重畳伝送し、干渉除去により低遅延で分離する技術を、実際にフィールドで実証した。
- 海中の電波伝搬特性を成功させるなど、これまで無線通信の適用が困難と考えられていた領域での検討に着手し、成果を挙げている。
- 符号系列の適用と、アクセス制御に関する時分割多重フレームの適切な設計を行うことにより、当初目標である 5 端末以上の同時接続と、5ms 以下の遅延特性の確認に成功、「Configured Grant」によりデータ送信に要する時間を、当初目標である 5ms を大きく上回る 3.9ms 以下の性能確認、端末間通信の分散同期で国際標準規格 802.15.8(NICT が主導的に策定)の仕様を上回る同期方式の開発に成功し、当初の数値目標である 100%の同期率を確認するなど、技術の独創性、先導性が高い成果をあげている。
- ワイヤレス通信技術は、単に情報を伝送するという技術から、システムをつなぎ、かつ実空間と仮想空間をつなぐことで、接続されている様々な社会空間の機能を進化させるための技術へと進展しようとしている。そのような背景を認識しつつ、独創性、先導性の高い技術が開発

されていることは評価できる。

- ワイヤレスシステム研究室の低遅延・多数接続を可能とする無線アクセス方式の提案と実装実験、および、端末間通信の分散同期方式の改善は、一定レベルの目標達成の可能性を示したものであり、評価される。さらに、メーカ、通信事業者との共同研究による 20,000 台以上の多数接続性能の実証実験、Wi-SUN 無線仕様の農業実証実験への拡張は発展性が高く評価される。

#### (改善すべき点)

- “STABLE”の提案は評価するが、実証評価には不十分さを感じる。逐次型干渉除去は、各チャネルの CIR 分布(値と比率)に大きく依存する。『同一帯域同時利用 5 台(90%)、干渉処理遅延 3.9ms、換算した同時接続数 162 万台/km<sup>2</sup>』の革新性を示すには至っていない。
- 「屋内 2 万台接続実証」は、社会課題解決としては高く評価するが、どのような観点から科学的意義を自己評価されているのか疑問です。
- 「高信頼技術」における「複数ドローンの周波数共用を背景とした 3 次元電波伝搬シミュレータ」は、社会課題・政策課題の観点から評価するが、科学的意義の面を強調して自己評価されているのは疑問です。
- 民間企業が着手困難な、高周波数帯の利用拡大に向けた先進的検討について、取り組み状況を示していただきたい。
- AI を利用した新たなサービスを創生する視点から、技術の革新性・発展性を示すことができれば、より魅力的な研究開発になると思われる。
- それぞれの技術の科学的意義については特に問題はないが、最初のスライドで示された背景に対して、NICT が担当している各技術分野をどう位置付けているのか、それを踏まえた上で優先的に開発すべき技術は何であるかが説明されるべきであると考えられる。また、各技術については、それにどう合致しているのかも説明されるべきであろう。
- ワイヤレスシステム研究室の研究開発は学術的に高いと判断されるが、主要論文数が十分でなく、国際的に広く認知されるべく、主要な海外論文誌への投稿が望まれる。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 920MHz 帯特小無線の共存・高度利用に関しては、IoT 普及の社会的課題並びに周波数アクションプランにも記載される政策課題の解決に向けた研究活動として評価する。
- “STABLE” による高密度多数接続は、IoT 普及による社会価値創造の観点から評価する。
- 複数ドローンの周波数共用・リソース割り当てに関しては、ドローンの普及促進という社会課題並びに必要な周波数資源という政策課題から評価する。ただ、科学的意義から自己評価されていることは疑問です。
- インフラサウンドに関する研究は、社会課題が明確であり評価する。一方、関連装置開発やフィールド実証についての科学的意義の自己評価は疑問です。
- 公衆網の途絶を想定した公衆網非依存分散自営網の実証は、社会課題が明確であり、社会的価値を評価する。
- IoT の重要な適用領域と考えられる、工場内無線に取り組んでおり、多数の企業と連携してモデル化や標準化を進めている。労働力不足が社会問題となっている状況で、製造業の活力を向上させる意義があると考えられる。
- 無線通信の工場内への適用について、企業等が有する実際の工場環境における共同研究体制を確立し、「制御、品質、管理、表示、安全」等の明確な利用用途に対する許容遅延をまとめたことは、評価できる。また、実データに基づく 3 次元シミュレーションや、ウェアラブル端末の製造現場での利用を想定した基礎実験を遂行したことも評価できる。成果を大いに期待する。
- 研究分野自体、社会的価値が非常に高い分野であり、その分野において技術開発、標準化を推進していることは評価できる。
- ワイヤレスシステム研究室の低遅延・多数接続に関する無線アクセス方式が 3GPP 文書に反映された点は一定の成果として評価される。

- 耐災害 ICT 研究センターの研究開発した分散自営網が立川地区において実装され、第3者による運用まで実現したことは、社会的価値創生の観点から評価される。さらに、不審船自動監視システムの検証実験、小型インフラサウンドセンサーデバイスの桜島観測施設への設置実験も新たな社会的価値創生へ貢献可能な技術であり、評価される。

#### (改善すべき点)

- (公衆網途絶を想定した分散自営網と対比して)『5G 自営マイクロセル／RoF と公衆網併用の高速鉄道の応用』に関しては、前提とする社会課題・政策課題が不明確なため、なぜ当該技術なのか、どう課題解決するのが評価できない。また、物理網の切り替えを前提としながら、スライスによる論理網を仮定する(P.34)など目指すアーキテクチャがどう社会的価値創造につながるのかが良く判らない。
- 何の社会的課題を解決しようとしているのか、が明確ではない。社会的課題から抽出される、「やるべき研究テーマ」の観点で、取り組みを明確化していただきたい。
- 工場内無線について、標準化への取り組みを示していただきたい。
- 要件の多様化が著しい 5G/B5G ニーズのうち、民間企業による研究開発が困難なモノ主体システムについて、研究開発・社会展開の主導的な推進をより期待する。その際、社会的課題も刻々と変化するので、柔軟な計画変更など、臨機応変な対応を期待する。
- 開発している技術自体は評価できるが、ワイヤレスネットワーク分野が拡大している現在、その拡大を面的な拡大と捉えたと、各技術分野の面的拡大をどうとらえているのかを説明する必要がある。すなわち、各技術分野を面的に捉えること、それがどのような方向に拡大すると考えられるのか、その中で特にどこに注目する必要があるのかを踏まえた上で、自ら研究をどう位置づけるのか説明されるべきと考えられる。
- 耐災害 ICT 研究センターの研究開発したシステムの第3者による試行運用の事例が、今後とも、増えるよう更なる取り組みが期待される。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 工場内無線環境に関する研究は、個別設計・実証的な内容で、成果の一般化や普遍化を図りにくい分野と言える。これをフレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)という出口設定をして進めている点は高く評価する。(一方、科学的意義の主張の根拠は明確でない)
- 公衆網の途絶を想定した公衆網非依存分散自営網(NerveNet)の実証は、省庁・自治体での訓練等の取り組みが評価できる。
- 分散自営網を実際に立川市の防災拠点に導入した。
- 既存広域網を介した論理的な地域自営網構築技術を活用して千代田区の拠点とも接続した、分散自営網を立川広域防災拠点に構築・導入したことは高く評価できる。また、SUN システムの拡張による省電力無線通信技術を企業へ技術移転を行ったことも評価できる。
- 5G 分野は、社会実装を想定した技術開発がすでに行われており、NICT が担当している国プロでは、それを着実にこなしているという意味で、社会実装を想定した研究開発を行っている判断される。
- ワイヤレスシステム研究室では、社会実装を念頭に、従来よりも強力に標準化、メーカ、通信事業者等との共同研究等の連携を推進していることは評価される。Wi-SUN システムの農業分野への拡張関連での技術移転は具体的な社会実装への可能性を高めた例として評価される。
- 耐災害ICT研究センターの研究開発した分散自営網が立川地区において実装され、第三者による継続運用まで実現したことは、社会実装の観点から評価される。さらに、不審船自動監視システムの検証実験、小型インフラサウンドセンサーデバイスの桜島観測施設への設置実験も新たな社会実装を念頭においた研究開発であり、評価される。



**(改善すべき点)**

- 同時送信フラッディング技術は、LoRa ベースを含め、既に商業開発ベースで行われており、機構での研究開発成果の出口が明確でないと感じる。
- ①NW 制御・管理技術(e.g. 5G の自営マイクロセルと公衆網ハイブリッド)では、社会実装に向けた「出口戦略」(成果の手離れ)が明確になっていない。特に、事業者設備として社会実装されることが想定されるテーマについては、例えば、技術移転、連携、国際標準化、特許開示、フォーラム化、オープンソース、・・・等、適切な取り組みを定める必要がある。  
同様に、NerveNet のようなテーマについても、実証・訓練以降に、機構から技術をどう手離れさせて実用に供するのかの展望が必要。
- 民間企業への円滑な技術移転のためには、特許等により知財権が保護されていることも重要である。特許出願が少ないように思われる。あるいは、報告に盛り込まれていないだけかもしれないので、特許出願、取得数とライセンス数、標準必須特許数を一覧して報告していただくのが良いと思われる。
- 成果の社会実装と出口戦略に関しては更に具体的な戦略策定が求められる。また政策に反映できるような制度提案を想定した研究開発成果も期待したい。
- NICT の研究自体、完全に社会実装することには限界があるので、それをつなぐのが委託研究の活用であろうと考えられる。今後、社会実装という観点では、単に自ら研究を実用化できる技術レベルに引き上げるのではなく、自ら研究と委託研究をどのように位置づけ、それによってどのような社会実装を実現しようとしているのかを説明することが必要と考えられる。
- ワイヤレスシステム研究室の Wi-SUN システムの農業システムへの拡張に関し、1社への技術移転に留まらず、標準化等、より広い社会実装を目指した取り組みに期待する。

項目	(3)フォトニックネットワーク基盤技術
----	---------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 段階的な目標設定を行っていること。
- 目標のいくつかについて数値目標が明示されていること。
  - 「マルチコア」:1 端子当たり 1Pbps 級
  - 「光統合」:1Tbps 級
- 「2030 年頃に流通する最大で数 10 ペタ bps の大容量トラヒック」を支える光ファイバ伝送基盤技術を目指していたが、既に達成していること、また導入の技術障壁が低いマルチモードファイバ伝送システムを開発したこと等、実施計画・進捗状況とも的確である。さらに挑戦的な目標にしてチャレンジして欲しい。
- マルチコア光スイッチングシステムはまだ将来的な位置づけではあるが、世界的には伝送容量拡大とネットワーキングの両立に向けた検討が進められており、現時点での検討が重要である。大きな粒度でのスイッチングに向けたデバイスの独自の検討が評価できる。
- マルチモード伝送技術はマルチコアと並ぶ大容量化の技術の一つであるが、実用に向けた方向性は模索中であり、そのために実用レベルでの光ファイバによる大容量化の優位性を見せることは重要である。その観点からの検討を確実に積み重ねている点を評価できる。
- 耐災害ネットワーク基盤に関して、キャリア間相互接続の実現はネットワークのオープン化の世界的な潮流を見ると検討が重要な時期に来ていると思われ、その実現可能性を明確にしたことは大変評価できる。
- 光ファイバ通信システムの大容量化の切り札とも言われるマルチコアファイバ及びさらにマルチモード、空間スーパーモードなどによる伝送容量の拡大、さらにスイッチングへの展開、そ

これらの段階的実現は研究に迫力があり、大きな評価に値する。

- 現在のネットワークシステムは物理レイヤは光伝送技術、それ以外はソフトウェアによる制御手法において新たな技術革新が進んでいる。本研究開発の狙いは、光伝送技術での革新的な研究を目指しており、これまでの容量だけでなく、物理レイヤでの制御性にも挑戦するなど、今後のネットワークシステムの方向性を取り入れたチャレンジとなっている点を評価する。

#### (改善すべき点)

- 目的目標において数値目標設定されていないケースが多い。
  - 「更なる大容量化」「高効率」ではなく、尺度(e.g. bps、bps\*km、bps/コアサイズ、・・・)と目標数値を明示するべきである。
  - 「・・・着手する」「・・・推進する」「・・・試作する」「・・・設計する」「・・・開発する」など「計画」に関する抽象的な表記が多く、「目標」が記載されていない。
- 研究の起点となるべき社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でなく、多くは技術課題や技術的要求条件として表現されている。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題となってしまう、「社会的価値の創出」が分析・主張できていない。
- 研究方針が、「・・・研究開発を行う」などであり、方針になっていない。
- ①マルチコアと②スーパーモード、において、モード多重関連研究の両者の目的目標が整理できていないと感じる。(両者の数値目標が明示されていないため、両者の位置づけと関係性が不明確になっている。)
- ④災害、において、達成すべきレベルとしての目標が明示されていない。(目的は理解するが、何がどこまでできることを目指しているのかが判らない)
- 研究の出口イメージ(社会実装)の部分は、皆考えて解決できていない。再掲すると、一番の問題は、研究資金、研究者リソース、実用化シナリオ、商用を一気通貫する施策がないこと。海外展開も踏まえた、産学官共同の国際事業企画を国家プロジェクトとして実施する時期に来ているのではないのでしょうか？それができれば、これらの良い研究成果の商用への出口が見えることとなります。  
特許等でアピールするのも良いのですが、国研なので特許の売買でもうけを気にするよりか、その特許で産業を興してもらうことを期待したい。
- マルチコア光スイッチングシステムに適した光スイッチデバイスを評価するためには、高速応答性のみならずポート数拡張性・挿入損失・クロストーク性能も重要である。その観点での細かな比較検討が望ましい。
- マルチモード伝送に関しては、受信回路での DSP 規模・負荷の観点からの実現性(集積回路

への実装・リアルタイム処理時の消費電力・遅延)も重要であり、その観点からの適用性も明らかにして欲しい。

- マルチコアとマルチモード、複数のファイバ外径、スイッチングの要不要など実用化に向けて多くのシナリオが考えられるが、それらを見据えた計画や、とにかく世界に先駆けてマルチコアファイバシステムを実用化するのだという決意をもったシナリオを期待したい。
- 研究成果としてトップデータの可能性について実証した結果を出すなど十分な成果が見られている。これらを、実用化に向けてフィードバックする仕組み、また、実用化において問題となっている、小型化、低電力化のトレンドに対応した課題設定などにも取り組むことで、より社会実装に向けた貢献が可能であり、現状の課題設定の中で指摘したテーマを包含するような目標設定を期待する。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 世界トップクラスの技術実証として、主に「先導性」の視点から評価できる。
  - 82.3 Tbps マルチコア並列光スイッチング
  - 10.16 Pbps マルチコアマルチモード伝送
  - 228 空間多重伝送
  - 0.16mm ファイバ 1.2 Pbps 伝送
  - 体積ホログラムモード分離
  - 非線形光学効果クロストーク分析
- 53.3 テラ bps の 7 コア多重超高速並列光スイッチングに成功し最終的に 3 年で 6.5 倍となる 83.3 テラ bps を達成したこと、19 コア・6 モードの光ファイバを用いて光ファイバ 1 芯で世界記録の 10.16 ペタ bps の伝送実験に成功したこと、マルチモードファイバ伝送システムの開発では空間多重用の標準外径光ファイバとして従来の容量距離積の世界記録を 2 倍更新する 159 テラ bps 光信号の 1045km 伝送に成功したことは、科学的意義が非常に高い。
- マルチコアファイバ入出力に対応した光スイッチの物理的構成は、シングルコアの複数入出力型と比較して集積度を求められ、全入出力の性能を合わせることに高い技術的水準が求められる。異なるデバイス構成に対しての性能を出すための技術の向上に貢献していると評価できる。
- スーパーモードでのマルチモード伝送において、通常径でのペタビット伝送を実現したことは、その送受信のファンイン・ファンアウトデバイス、受信回路の機能も含めて実用化に向けたポイントの明確化に貢献できたものと評価できる。
- 光統合ネットワーク技術で貢献している EDFA 技術が 400Gbps 以上の大容量信号にも適用可能であることを明確に示している。
- 耐災害ネットワーク基盤で実現したキャリア間相互接続に必要な実装技術・網設計技術の向

上に貢献できていると思われる。

- 7コアマルチコアファイバ、半導体スイッチを用いた従来の 12.6Tbps から 53.3 さらに 83.3Tbps の高速空間光スイッチングの実証、19 コア、6 モードファイバ、1 チャンネル当たり 739 波長を用いて従来の 2Pbps から 10.16Pbps 伝送の実証、さらに実用に向けた標準外径光ファイバによる3空間スーパーモードによる 159Tbpsx1045km 伝送など、数々の世界記録を塗り替える伝送実験実証は特筆に値する。
- 空間多重による伝送容量限界の向上、空間スイッチング能力の向上、空間チャンネル数の向上において、いずれも世界トップデータとして実証を行っている点を高く評価する。これらの基盤技術を制御する機能を活用し実用的な実証にもつなげている点を評価する。

#### (改善すべき点)

- 非線形光学効果クロストーク分析が 30 年度に活かされているか不明確。  
この関係性に関する研究を活かす単純な道は、クロストークの少ない位相変調を使用することであるが、クロストークの存在をプラスに活かす方向への挑戦的発想・アプローチがあっても面白い。「革新性」の観点)
- 委託研究成果(e.g. 10.16 Pbps)や共同研究成果においては、機構と相手との関係性をより明確にすべきと考える。切り分けのポイントは、「独創性」の源泉であり、具体的には IPR の状況で説明することが一つの方法。
- 科学的意義、社会的価値は異論がないだろう。問題は社会実装するシナリオが弱い。メーカー等にこの技術をベースにした技術開発を促す企画力が問われている。
- マルチモード伝送においては、実用化の大きな課題として DSP への実装実現が挙げられる。どの程度のモード多重数でリアルタイム処理と集積回路の実現を目指すか、が今後の鍵と思われる。その点に関しても世界を先導していただくことを期待したい。
- まずはマルチコア、マルチモード伝送ポテンシャルを世間に提示するための研究が邁進されているが、コア数、モード数はどこに最適解があるのかについての指針も今後提示されると良いのではと思われる。また光スイッチングもミラー、AO 変調器、そして半導体とより高速化を目指して開発されているが、実用性を見据えた戦略的選択指針の提示を期待したい。またマルチコアファイバは、特に標準外径でコア数増加に当たっては特にマイクロバンド状態における特性(クロストークや損失など)がどのようになるかが鍵の 1 つになると考えられ、その辺の検討を期待したい。
- 本成果をどう展開するかについての取り組みについての課題設定の検討の取り組みを期待したい。マルチコアそのものの応用のみならず、マルチコアで検討している技術、クロストーク

ク、パワー耐性などを既存の伝送システム等の実装技術にフィードバックすることの検討も期待する。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 標準外径(0.125mm)における容量距離積の実証(159 Tbps \* 1045km)
- ④災害、が社会的課題に基づいていること。機構の技術的検討だけでは出口のない「暫定光ネットワーク」分野について、外部との連携を図って進めていること。
- (1)53.3 テラ bps の 7 コア多重超高速並列光スイッチングに成功し最終的に 3 年で 6.5 倍となる 83.3 テラ bps を達成したこと、(2)19 コア・6 モードの光ファイバを用いて光ファイバ 1 芯で世界記録の 10.16 ペタ bps の伝送実験成功したこと、(3)マルチモードファイバ伝送システムの開発では空間多重用の標準外径光ファイバとして従来の容量距離積の世界記録を 2 倍更新する 159 テラ bps 光信号の 1045km 伝送に成功したことは、科学的意義が非常に高い。アピールされているように(2)は社会課題である「2030 年頃に流通する最大で数 10 ペタ bps の大容量トラヒック」を支える光ファイバ伝送基盤技術の原理を実証し、(3)は標準外径の光ファイバであるため、実際に敷設を行うケーブル化の際に既存の設備を流用することが可能で早期の導入が可能である。このため、社会的価値は高い。
- 空間多重伝送技術の実用化は、その応用先・導入のタイミングなど、世界的に検討中でもあり、またきっかけをいかに掴むかでしのぎを削っている最中であると思われる。実用レベルでの容量・距離・実装を含めたシステム構成・性能を示すことが重要なことであり、その機運を高めるための成果を発信していると評価できる。
- 現在の情報通信需要の爆発的増加に対応したマルチコア光ファイバなどの空間多重光ファイバ通信システムや信号方式に対して透明な光スイッチングの実証、リンク障害時の光パス切り替え技術の実証などの点で大きな社会的価値を有する。
- 伝送容量拡大へのニーズは長距離のみならず、データセンタ間、メトロを含め、データ処理やセンシング等のアプリケーションの展開とともに大きくなってきており、従来技術だけでは達成できないと考えられる。また、大規模なデータ処理から大きな価値を生み出すことが今後の主



流になると考えられ、本研究開発はこういった社会の価値を創出するための重要な基盤を担うものであり、本研究推進の意義は高いと考える。

#### (改善すべき点)

- 研究方針において「・・・通信需要充足と消費電力抑制」をうたっている。特に後者は社会的課題に直結するが、目標設定が明示されていない。また研究成果における達成レベルも不明確です。
  - 個々の機能デバイスやシステム・アーキテクチャとしての目標設定が必要。
  - 試作段階なので試作品の電力抑制の程度ではなく、原理設計の観点からの目標が重要。これにより、提案技術や方式の優劣評価が変わる。
- 標準外径に近いファイバ(0.16mm)システムの研究開発の社会的価値が高いのは、ケーブル化、設計(曲がり等)、施工(融着、張力等)に関して既存のファイバと同等であるから。その観点からは、Backward Compatibility の視点が研究において重要。なぜ Backward Compatibility の無い4コアを選択するのか。センターのある5コアなどではなく。
- 科学的意義、社会的価値は異論がないだろう。問題は社会実装するシナリオが弱い。メーカー等にこの技術をベースにした技術開発を促す企画力が問われている。利用シーン等、産業界、特にサービス系との情報交換が望まれる。
- マルチモード・マルチモードファイバによる大容量化のトップデータ更新は限界性能の上限を引き上げて研究開発機運を継続するために重要な反面、ファイバ径が太い場合にリアリティに欠けてしまう課題がある。今後の改善の道筋も示すことが大事であると思われ、その点への検討を期待したい。
- 重要なテーマに果敢に取り組んでおり、実用に向けて問題点を慎重に抽出して進めて頂きたい。
- グローバルな視野で考えると、研究開発については世界のトップであると思われるが、産業界全体の活性化につながる社会実装に向けての取り組みが必要かと思われる。研究開発課題として、社会実装に向けた観点に取り組むことが必要である。社会的価値創出を加速する意味で、研究課題の設定について、さらなる工夫を期待したい。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 「④災害に強い…」は、社会実装に向けた姿勢がある。キャリアとの連携も図られている。
- 研究成果は文句がない。(1)53.3 テラ bps の 7 コア多重超高速並列光スイッチングに成功し最終的に 3 年で 6.5 倍となる 83.3 テラ bps を達成したこと、(2)19 コア・6 モードの光ファイバを用いて光ファイバ 1 芯で世界記録の 10.16 ペタ bps の伝送実験成功したこと、(3)マルチモードファイバ伝送システムの開発では空間多重用の標準外径光ファイバとして従来の容量距離積の世界記録を 2 倍更新する 159 テラ bps 光信号の 1045km 伝送に成功したことは、素晴らしい研究成果である。
- 限定的な応用範囲から、空間多重伝送技術の実用を検討するに値するだけの成果を示している点を大いに評価できる。
- マルチコアファイバは、研究の進展から鑑み、光ファイバ企業と密に連携して進めていること拝察しており、評価に値する。
- 光伝送システムの持続的な能力拡大は必要であり本研究で示されている、容量拡大、フレキシブルな制御構造と親和性のあるアーキテクチャ検討、マルチコアファイバを用いた伝送システムの特性改善については、今後の社会基盤に向けて重要な技術の確立を着実に進めている点は評価できる。

##### (改善すべき点)

- 各コア径、コア数、モード数…に関して、技術の適用想定先を明確にしないまま技術としての研究を進めているきらいがある。
  - 0.16mm クラス:ケーブル化、設計(曲がり等)、施工(融着、張力等)に関して既存のファイバと同等であることがこのクラスの要点。その観点からは、Backward Compatibility の視点での研究が、社会実装に向けて重要。

- 0.3mm クラス:どこに適用することを想定するかで、社会実装上のボトルネック即ち重要となる研究開発テーマが異なる。
- ネットワーク系の多くのテーマでは、事業者設備として社会実装がなされる。その観点から、機構の立ち位置・アプローチがまだ不明確なまま研究が進められているきらいがある。例えば、編み出した技術を基に、フォーラム的に頑張る、標準化で普及させる、メーカ等への技術移転で終了するなど、社会実装に向けた「出口」を必要なテーマごとに定める必要がある。
  - 今の日本で一番の問題は、研究資金、研究者リソース、実用化シナリオ、商用を一気通貫する施策がないこと。海外展開も踏まえた、産学官共同の国際事業企画を国家プロジェクトとして実施する時期に来ているのではないのでしょうか？
  - 光統合ネットワーク技術の重要デバイスに位置づけている EDFA については、社会実装も一部進んでいるのではないか、と思われる。資料には社会実装の評価がないが、含めてもいいのではないか。
  - 上記の評価に鑑み、どのような連携なのか今回の報告では余り見えなかった。機構の自主研究に加えて委託研究の推進により統合的に研究が遂行されていると考えられるが、機構の企業への指導性なども提示して頂けると、どこに研究進捗が律速されているのか分かりやすい。
  - 社会実装にむけては、光伝送システムのロードマップを考え、技術の適用が期待される時期を研究計画の中に織り込むことを検討されることを期待する。どの時期での適用を目指し、現在の到達点が、その適用時期に対応して合致しているのかどうかを評価することで、研究課題を取捨選択して社会ニーズとの整合を確認して研究開発を進めていただきたい。

項目	(4)光アクセス基盤技術
----	--------------

## 1. 目的・目標

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 全体成果イメージにおいて、目標を数値で記載していること。
- ①パラレルは、挑戦的な内容となっていること。
- 産学連携・知財確保・製品化・標準化等の「研究方針」が明示されていること。
- アクセスネットワークの伝送容量、伝送距離、収容ユーザ数、電力効率性の向上といった定量的指標があり、その目標のクリアに関して着実に進捗している。また、高周波電磁波と光を高度に融合するデバイス/システムといったテーマの設定も的確で、進捗も期待以上である。
- 100Gbps 超高速光アクセスには何種類かのアプローチが世界的に進む中で、2次元送受信器の並列伝送という挑戦的な内容も手がけている点が評価できる。平成30年度のマルチコアファイバ伝送路を使ったアクセス大容量リンクにつながっている。
- 全体的には基礎研究的な要素が多い中で、空港の滑走路異物検知技術を切り出し、高検知感度の実証実験まで進めており、社会実装の取り組みとのメリハリが効いている。
- 通信の大容量化はまずは長距離、コアネットワークで推進されているが、このような高速通信が端末まで効果をもたらす上で、本研究で対象とするアクセス系までの高速通信技術やそのためのデバイス技術、また派生して光無線融合やIoTやセンサネットワークへの展開や材料・デバイス面からの貢献は重要と考えられ、大いに評価に値する。
- 光と他の技術の融合による機能素子の研究開発であり、原理動作の確認について進展がみられる。光、高周波技術の融合での成果であり、実装技術を含めた目標は適切である。

**(改善すべき点)**

- 成果目標の中で、「極低消費電力」「消費電力削減」をうたっているが、数値目標がなく、成果においても定性的記述になっている。
- ①パラレルにおいて、超小型、高密度、高精度、高効率・・・という抽象表現で数値目標が明示されていない。そのため、0.002 CC の成果と目標達成の関係が主張できない。また、「高精度」が達成されたのかも不明。
- 研究の起点となるべき社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でなく、多くは技術課題や技術的要求条件として表現されている。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題となってしまう、「社会的価値の創出」が分析・主張できていない。
- 社会課題・政策課題が明確でないため、②100G アクセス において、高周波無線の位置付けが不明確になっている。
- ③融合ネットワーク において、「100 倍」を目標としているが、これは GPON 比と思われる。2015 年には NG-PON2(e.g. 40km X 256 分岐)標準が確定していることを考えると、研究目標の表現としていささかと感じる。
- デバイス開発は科学的意義は高いが、出口が不明である。社会実装はそれとは別に進められている。アクセスの場合、既存インフラの整った先進国よりもスクラッチから考えられる発展途上国の方が技術導入しやすいと考える。そのような観点でデバイス系の出口の検討をお願いしたい。
- シリコンフォトニクスを導入したパラレルフォトニクス技術を展開するならば、日本全体が強化できる仕組み作りにも関与いただきたいと感じている。すでに CMOS ラインを持ちファブとして勝つシナリオが成り立ちにくい状況は理解するが、電子回路における日本のビジネス趨勢の歴史に学び、同じ道を歩まないような検討は必要なのではないだろうか、と思う。
- コアネットワークとやや様相が異なり、色々な選択肢の中でどのテーマを主体的に取り組むかの優先順位の付与が重要と考えられる。また、実用を目指すのか、技術のポテンシャルを提示するののかも研究の深度も異なると考えられる。
- 光アクセス基盤技術というよりも、より、技術オリエンテッドなことを目標とし、その成果の応用はオープンイノベーション推進本部の活動としてまとめて、本研究開発の目標を基盤技術の研究開発として明確化が必要と考える。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 世界トップクラスの技術実証として、主に「先導性」の視点から評価できる。
  - 広帯域可変量子ドット光源
  - 二波長量子ドットレーザー
  - 低クロストーク 32 素子受光アレイ
  - 60GHz 帯域幅光変調デバイス
- 広帯域波長可変量子ドット光源の超小型化(0.002cc)、100GHz 級高周波信号の配信とデバイス駆動電力の同時光給電、一素子当たり 10GHz 以上で動作する高速な超小型・高集積 2 次元受光アレイ素子などのデバイス開発、マルチコアファイバ直結二次元高速 PD アレイモジュールによる世界初の 400Gbps 級(25Gbps×16ch)大容量リンクや 2×2MIMO を実装した 90GHz 帯光ファイバ無線技術といった先端的技術開発に成功している。
- 量子ドットの利得特性をうまく利用して 2 波長が同時に安定に発振するレーザを実現している。その 2 波長のビート周波数をシリコンフォトニクス回路の集積フィルタにて可変にし、小さな光源を実現したことは、異種材料の光集積素子の実現性を示している意味で大変価値があると思われる。
- 機構独自技術である量子ドットを用いて、シリコンフォトニクスのハイブリッド集積技術による 2 波長可変レーザ集積による可変マイクロ波発生は大変興味深い成果であり、また空間多重光伝送用 2 次元受光アレイ素子、光無線融合 100G アクセス技術など、国際会議で高評価を得た成果が創出されている。
- 光・高周波融合デバイスの小型化、集積化はデータセンタなどで大容量通信システムを稠密に実装要望の実現に向けた基盤技術であり本研究開発の意義は高い。マルチコアファイバへの応用に向けた並列処理技術も同様に今後のシステム構築に向け必要な基盤技術である。

**(改善すべき点)**

- 低クロストーク受光アレイは、クロストーク低減と感度(効率)がトレードになるのではないかと。受光アレイに対する性能目標(\*)が数値設定されていれば、単に「高密度二次元受光アレイを実現し原理実証に成功」と言う以上の成果評価が可能であった。  
(\*) デバイスの性能がどう装置やシステム全体にインパクトがあるかの観点からの性能目標。
- ②100G アクセスにおいて、10Gbps 光ファイバ無線の「周波数利用効率向上」を挙げているが、他に光ファイバ無線ビームフォーミング等の研究もあるので、有効利用を具体的に示す必要がある。
- 滑走路用リニアセルレーダシステムのような社会実装の技術と科学的意義を求める先端技術に分けて研究しているように見える。両者の融合、あるいはなぜ別なのかを説明できる必要がある。
- 諸デバイスの実用化のために耐環境性や信頼性などの詰めが必要とも考えられ、今後はシステム実証実験が予定されている中で、科学的意義からやや逸れるかもしれないが並行してそれらの実施を期待したい。
- センサー技術への成果展開など社会実装に向けた取り組みとして重要であるが、ここでの研究成果の一応用ではあるが、本研究開発全体の目標を示す課題設定して適切かどうかについての判断が必要。むしろ、このような取り組みはオープンイノベーション推進本部の取り組みと整理して、基盤技術の研究開発に特化するなど研究開発目標を明確にすることを期待する。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 空港における異物監視レーダーの開発と実証は、社会課題と社会的価値が明確である。また、周波数再編アクションプランに明示された政策課題とも合致する。
- 高速移動体向けの 90GHz リニアセルは、周波数再編アクションプランに明示された政策課題と合致する。
- 62km、256 分岐 PON についてアジア圏を中心として国際連携で開発実証しており、これは地域の課題に沿った活動と言える。
- 2×2MIMO を実装した 90GHz 帯光ファイバ無線技術、100Gbps の大容量空間光伝送、空港滑走路用リニアセルレーダシステムのような実用化イメージのある研究成果が出ている。
- 量子ドットの利得特性をうまく利用して2波長が同時に安定に発振するレーザを実現している。その2波長のビート周波数をシリコンフォトニクス回路の集積フィルタにて可変にし、小型な光源を実現したことは、ミリ波帯の発振器として大変有用である。
- 多くの成果が社会的価値を有することはレベルの高い国際会議での評価を受けていることから明らかであるが、マルチコアファイバ伝送用デバイスの点でフォトニックネットワーク基盤技術とも連携した研究が取り組まれており評価に値する。100G アクセスも移動体への高速アクセスの点でニーズが高く、社会的価値は大きい。さらに光ファイバ無線等による滑走路障害物検出技術は実用試験が取り組まれている。
- 本研究開発で扱う領域は、これからの先端的な技術の確立に向けたものであり、直接的な応用がみられるものではないが、技術チャレンジすべき方向としては有効と考える。小型化、コモディティ化する光技術の社会実装にむけて、シリコンフォトニクス技術のさらなる展開への寄与、また、無線アクセス技術の進展に寄与するための高周波技術と光技術との融合は将来の社会基盤の進展を支える技術であり、本研究開発の意義は高い。



**(改善すべき点)**

- ②100G アクセス、および③融合ネットワークにおいて、低消費電力を目標に掲げている。低消費電力化は社会的課題に直結するが、目標設定が明示されていない。また研究成果における達成レベルも不明確です。

試作段階なので試作品の消費電力目標よりも、提案技術や方式の原理的な優劣評価に資する観点からの目標設定と評価が重要と考える。

- ②100G アクセス における光・無線ハイブリッド空間伝送は、ミリ波帯の活用開拓という意味では評価するが、光とのハイブリッド化が社会課題の解決にどうつながるかが不明確。
- 広帯域波長可変量子ドット光源の超小型化(0.002cc)、100GHz 級高周波信号の配信とデバイス駆動電力の同時光給電、一素子当たり 10GHz 以上で動作する高速な超小型・高集積2次元受光アレイ素子などのデバイス開発に関しては、開発後の産業化が望まれるが、業界としてその体制を整える時期に来ていると考える。
- 量子ドットは通常の光発光半導体(主に量子井戸構造)と比べてユニークな利得特性を持ち、標記応用以外にも高温での出力光パワーが低下しにくい実用上有益な性質を併せ持つことが知られている。しかしながら、その供給体制が安定であるとは、あまり聞いたことがない。NICT としてはその点をどう捉え、どうアクションしていくのか、は検討を要すると思われる。
- 実用に向けては、特徴ある特性はもとよりであるが、コストなど他の要素も重みを持つことも考えられ、それらを含めて他の競合選択肢との得失評価の意識を期待したい。
- 具体的な応用にこだわると研究開発課題が矮小化されることも危惧される。本研究開発については、基盤技術側に注力することが良いと考えられる。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 1100nm 量子ドット光チップの研究成果を産官連携で光源として製品化と言う出口に繋がったこと。
- 光無線相互変換技術の研究成果を 90GHz 空港異物監視レーダーとして適用し、フィールドで実証を進めていること。
- リニアセルシステムの実証実験や空港滑走路監視レーダシステムのように非常に地道な研究を推し進めているのは評価したい。
- 光ファイバの広帯域・低損失性のメリットの活かせるレーダシステムの応用先としての空港滑走路上の異物検知をいち早く見出し、その実証実験を通して国際標準化活動も着実に対応している点を評価する。
- 1100nm 帯量子ドットは、産官連携で製品化が進められた。光ファイバ無線などはすでに実用化試験が行われており、社会実装が進められている。また幾つかのテーマで、主に東南アジア諸国とのシステム実験が進められ、ネットワークアーキテクチャやシステムに比べて、社会実装への展開が進められ、評価できる。
- 光、高周波融合技術による超高速のセル切り替え技術、光無線シームレス技術としてのミリ波レーダー応用による空港の異物検知実証実験、国際協力でのシリコンフォトリソグラフィ実装技術の立ち上げ等に見られるように具体的な応用につながっている。

##### (改善すべき点)

- いくつかの技術項目では、社会実装に向けた「出口戦略」(成果の手離れ)が明確になっていない。例えば;
  - 高速鉄道用リニアセル技術や光・無線ハイブリッド空間伝送の場合、(鉄道会社等と連携した)技術実証を行った先、通信システム用技術としてどう社会実装に繋げるか。例え

ば、メーカへの技術移転、通信事業者連携、国際標準化、特許開示、…どのような「取組み」で実装に繋げるかの方針とアクションが不明確。

- NG-PON2 の標準が確定している中、PON の多分岐化・距離拡張についても、社会実装に向けてどのような取組み方針とするかの明確化が必要。
  - コヒーレント技術による光アクセス技術は、当面の国際標準化が見込めないと思われる中、出口に向けた取組の方針(ロードマップ)の明確化が大切と考える。
  - 特に、事業者設備として社会実装がなされることが想定される通信ネットワーク系の多くのテーマについては、この出口戦略の設定が重要である。
- 科学的意義の部分にも書いたが、滑走路用リニアセルレーダシステムのような社会実装の技術と科学的意義を求める先端技術に分けて研究しているように見える。両者の融合、あるいはなぜ別なのかを説明できる必要がある。
  - 改善ということでもないが、海外でのフィールド試験の実施自体は大変良いことと考えられるが、その国やその機関が選ばれた理由や、そこでの実用化の切迫度、可能性など知りたいところである。途上国での社会実装意欲が高く連携もしやすいと考えられるが、その後他の先進国でも順次導入される可能性が高いのかどうかなど、社会実装のロードマップや戦略性も可能な限り描かれていることが望ましい。
  - 具体的な成果があがっている。社会実装に向けて具体化するためには、基盤的な技術だけでなくシステム的な実装が重要であり、その観点は本研究開発の目的を超えたものと考えられる。システム化など、研究目的の先についてどのようにフォローし実用化へ向けたアウトプットとしていくかは、NICT の組織としての課題でもある。ここで得られた技術、成果の方向はわかりやすい例題であり、成果展開に向けた組織としての効果的な方法の検討を期待したい。

項目	(5)衛星通信技術
----	-----------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- いくつかの項目で数値目標を設定していることを評価します。また、10Gbps 級光通信など、世界レベルで高い目標であることも評価します。
- ETS-IX 関係を含め、国の政策方針に基づいての課題設定であることは、当然とは言えそれを明記していることは大事です。
- 5 年計画を見直しして変更していることは、変化への対応として評価します。  
「優先度」を判断論拠にすることは大切です。人的リソースの制約の様な内部的な面からだけでなく、社会の要請の変化や内外の技術革新進捗など外的な要素も注視してダイナミックに軌道修正をすることを期待します。(『外を見て内を知る』)  
特に、光衛星リンクについては、民間の活動も活発で急速に「普通の技術」になる可能性もあります。
- 10Gbps 級の超高速衛星光通信の実現を目指すテーマは極めて挑戦的である。
- 直近の商業利用だけではなく、月開発など将来の宇宙インフラにも活用できる技術である。
- グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術として、10Gbps 級の衛星搭載用の超高速光通信ターミナルの開発、および、50kg 級小型衛星に搭載した小型光トランスポンダ(SOTA)を用いた衛星-地上間光通信実験、および、超小型衛星搭載用小型光通信機器の開発を行う目的・目標は妥当であると思われる。
- 衛星通信技術において、大容量静止衛星と超小型衛星の開発を進めようとしている。それぞれの技術が技術的に大きな課題を克服しようとしていることは評価できる。
- 超高速光通信機器に関する研究は、世界最高速となる 10Gbit/s 級の光通信機器を技術試

験衛星 9 号機に搭載し、宇宙実証すると共に、Ka 帯/光ハイブリッドフィーダリンク通信機器等も搭載し、日本の大容量衛星通信システムの実証に貢献することを目標としており、高度な目標設定であると評価される。

- 超小型・軽量光通信機器に関する研究開発は他大学開発の小型衛星に搭載され、宇宙実証が予定されており、宇宙での運用を含め、挑戦的な研究内容となっている。さらに、光宇宙通信を適用した量子通信基礎実験も世界的に高いレベルの研究目標と認められる。

外部資金、委託研究により実施している研究開発は運営交付金による研究開発を補完するものであり、その一部は実運用に供されており、目標設定に問題はない。

#### (改善すべき点)

- ETS-IX の原点として、「通信コストの低減」「市場ニーズの実現」「産業競争力の強化」がうたわれています。国家プロジェクトとして定められた「技術目標」を研究開発の目標とすることは当然のことですが、それに加えてこれらの原点に常に立ち返ることも必要と考えます。例えば、「通信コストの低減」という要件に対して研究の目標設定ではどう考え、研究成果がどう貢献できるか、といった観点での考察です。

- 地上衛星統合 MSS に関しては、(ITU-R 寄与が記載されていますが)研究計画線表や項目立てが不明確です。本来これは電波政策課題に直結する課題(e.g. MS/MSS Band 共用)であり、その観点から整理しておくべきと考えます。

- 超高速衛星光通信のユースケースについて、静止衛星のフィーダリンクが最適とは思われない。幅広い応用の観点から検討を深め、応用範囲、各ユースケース向けに追加が必要となる技術などを明確化していただきたい。

- 非静止衛星の開発など、国際的な研究開発状況にも絶えず注視してほしい。

- 衛星通信の開発は、国が計画的に技術開発要素を決めて開発するという時代ではなく、民間会社の競争の時代に入ったと言える。また、これまでセルラシステムとの連携は課題としてあがるものの、実質的には連携がなされていなかった時代から、連携を本格的に考えるべき時代に入った。そのような社会的流れに対して「NICT としてそれをどうとらえ、自ら研究を進めていくのか」といった視点での目標設定からは距離があると判断される。

2 枚目のスライドを見ると、5G 時代の衛星利用という項目が詰められており、競争の時代に踏み込んでいるようにも見えるが、技術として、海洋資源探査、航空機ブロードバンド、耐災害通信だけが上がっており、より競争が激しくなると予想される分野は述べられていない。また、このスライドで見える限り、遅延制限や超広帯域な通信をサポートし、地上系セルラと本格的連携を模索しているようには見えない。

これらを総合すると、各研究課題も、それぞれに意味があるのはわかるが、上記の社会的流れに対してこれら技術分野の関係が薄いと思われる。今中期計画はあと 2 年あるが、次期中期計画まで待っていると、衛星分野は国際的に後れを取る可能性もあるのではないかと危惧される。

- 光ファイダリンクの複数のダイバーシティ局間距離が長い場合、日本中心から最遠局までの距離と最遠局から衛星までの距離が衛星とユーザ間の通信距離に追加された伝送距離に伴う遅延が生じることになる。そのため、特に、リアルタイム通信等を考慮すると、ダイバーシティ局は日本から遠方に設置することは通信品質を劣化させる可能性があるため、このような観点からの検討も必要である。
- 衛星実証実験の目標設定に際しては、NICT で研究開発した技術を宇宙実証することにより、日本企業による世界的な競争力、社会展開を目標とするのか、日本の技術試験衛星、小型衛星を用いた実証実験を通じて新たな社会的価値の創生、社会実装を目標とするのか、さらには、前者の両方を目標とするのかを研究項目毎に具体的に整理し、研究を推進することが望ましいと思われる。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ETS-IX 光 10Gbps 伝送の開発実証は、その先導性を評価する。
- SOTA の搭載実証、特に光子レベル量子通信の実証は高く評価する。
- 100kbps 級の VSOTA は、簡易化のための工夫という意味で評価する。
- 実際に 10Gbps 光衛星通信の送受信部まで実現(見込)したことは革新的であり、今後の技術動向を先導する観点でも有意義である。
- 衛星-光地上局間の光量子通信実験結果に関する論文が、インパクトファクター37 の学術誌に掲載された事実は、その科学的価値を表していると考え
- 静止衛星に対して 10Gbps 級の世界初の伝送速度を実現する、衛星搭載用の超高速先進光通信機器(HICALI)の開発を推進し、光送受信部が完成する見込みであることは高く評価できる。また、SOTA と光地上局間で、光子レベルで送受信を行う量子通信の基礎実験に世界で初めて成功し、論文が Nature Photonics 誌に掲載されたことも高く評価できる。極めて優れた研究成果をあげている。
- 個別の技術にはそれぞれ社会的意義はあると考えられる。
- 超高速光通信機器は、競合研究に比較して、世界的に優位な立場につけており、科学的意義は非常に高いと評価される。また、小型衛星搭載用光通信機器関連も、量子通信の基礎実験に成功したこと、他大学開発の超小型衛星に搭載され、実証実験が予定されていること等、科学的意義は高いと判断される。
- 技術試験衛星 9 号で搭載が計画されている Ka 帯/光ハイブリッドフィーダリンク通信機器も世界的に優位な技術内容を有しており、科学的意義は高い。

### (改善すべき点)

- (SIP)ASV 搭載可能な実証モデルの開発と実証運用は、目的は海洋資源調査という学術目

的であるが、機構の研究成果は通信装置そのものであるので、これを科学的意義で評価するのは違和感がある。海洋資源調査は社会課題・政策課題そのものなので、その解決のための貢献として自己評価すべきではないか。(海洋資源開発という社会的価値創出に寄与する成果であると評価しています。)

- 個別の技術にはそれぞれ社会的意義はあると考えられるが、衛星通信分野が主体的にマーケット構築すべき時代になりつつある現在、その社会的意義が、そのような社会的流れに対してどのように対応しようとしているかは不明確である。
- Ka帯/光ハイブリッドフィーダリンク関連の研究では、複数ダイバーシティ局の置局位置が伝搬遅延、通信品質に及ぼす影響、さらには、Ka帯と光の併用・複数局同時運用等、より広い視点からさらに柔軟な衛星通信システムの検討、研究が望まれる。



### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- ETS-IX 搭載機器等の開発は、国プロとしての政策課題と直結しており、評価できる。
- Ka バンド／光ハイブリッド通信技術は、MSS 等のフィーダリンク用周波数帯域枯渇の電波政策課題を衛星上での光電波変換により解決しようするものであり、搭載実証に向けて着実な進捗を期待したい。
- 耐災害性の高い衛星通信のブロードバンド化は、安心・安全な社会の実現に不可欠である。
- 光衛星通信を観測衛星に適用すれば、環境モニタリング等の精度と情報更新頻度を飛躍的に向上できるものと期待される。
- 災害時の被災地における臨時通信に貢献するため、熊本地震(28 年 4 月)へ対応し、高森町にナーヴネット等と連携した WINDS 回線を開設し災害時の通信確保に貢献したことは評価できる。また、約 2 年にわたって SOTA を用いた衛星－地上間光通信実験を成功裏に遂行したことも評価できる。
- 個別技術の分野では社会的価値はあると考えられる。
- 技術試験衛星 9 号に関連した研究開発は、日本における社会課題の解決や安心・安全な社会の実現等、社会的価値の創生を目指したものであると評価される。
- 光通信技術による量子通信の宇宙実証は新たなセキュリティレベルの衛星通信の可能性を示唆したもので、社会的価値の創生への貢献が期待される。

#### (改善すべき点)

- 衛星地上統合 MSS に関する ITU-R Report M.2398 や APT/AWG Report-57 への寄与は評価します。  
一方、この 3GHz 以下における統合 MSS は、技術課題というより電波政策課題そのものです。例えば、ITU Report では、Complementary Ground Components (CGC) と MSS との周波

数シナリオとして Frequency Reuse with Interference Coordination など3つのシナリオを記載している。APT Report では干渉条件の検討もされている。

MSSバンドにおけるCGCを日本でどのように扱うのか、その場合の技術要件はどうかなど周波数有効利用という社会的価値創出の観点から政策提言に向けた研究が必要なのではないのでしょうか。(そうでないと、単なるReport作成への寄与に留まってしまう)

- 雲の影響を受けにくい航空機との間のサービスリンクなど、光衛星通信に適した各種ユースケースを抽出し、それに必要な技術開発にも力を入れるべきである。
- 光衛星通信の実用化には、超広域なサイトダイバーシティを実現するネットワーク制御技術の検討も必要と思われる。
- 国際連携など、継続して社会貢献に取り組むことを期待する。
- 衛星通信分野の社会的価値の範囲が急速に拡大している現在において、社会が要請している衛星通信分野の価値のエリアに対して、NICTが担当しているエリアが適切にカバーしているのかについては疑問がある。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- ETS-IX の機器開発については、メーカーと共同・連携して実施し、コミュニティ作りも進めており、ETS-IX の原点の一つである「産業競争力の強化」の観点からも評価できる取り組みです。一方、さらにロングレンジでの社会実装を考えると、技術試験衛星用機器ではなく、実用衛星に向けてどのように研究成果を活かしていくかの出口戦略とそのロードマップも明確にしておく必要がある。  
プロジェクトで培ってきたフロントローディング、スクリーニングプロセス、リスク識別などをどう活かすかがヒントと思われます。
- 公衆網非依存分散自営網(NerveNet)と連携した WINDS の実証は、熊本地震への対応や省庁・自治体での訓練等の取り組みが評価できる。
- 実衛星を用いた軌道実証を実施することが搭載機器技術を実用化するには不可欠であり、これに向けて着実に開発を推進している。
- 静止衛星に対して 10Gbps 級の世界初の伝送速度を実現する、衛星搭載用の超高速先進光通信機器(HICALI)の開発を推進し、光衛星通信関連の国際会議 IEEE ICSOS 2017 を沖縄県にて開催して、コミュニティ形成を推進したことは評価できる。また、NICT がエディタとなりグリーンブック(解説資料)「リアルタイム気象と大気特性データ」(CCSDS 140.1-G-1)を完成したことも評価できる。
- 開発している技術の社会実装は、衛星通信の場合は社会実装まで踏まえた研究計画がとられるので、評価できる。
- 超高速光通信機器関連に関しては、技術試験衛星 9 号への搭載、実証実験を通して、日本企業による世界展開を目指しており、社会実装を念頭においた研究開発であると評価される。また、国際会議等を主催し、世界の主要関連組織と連携し、社会実装への筋道を開拓する姿勢が評価される。

- 小型衛星搭載用光通信機器は小型衛星で実証実験済、および、超小型衛星に搭載予定であり、将来的な実用化を念頭においた研究開発が実施されていると評価される。

**(改善すべき点)**

- Kaバンド／光ハイブリッド通信技術は、「3. 社会的価値」に記載した通り高く評価する。この技術の価値は、MSS 等のフィーダリンク周波数帯域枯渇を解決することにあるが、フィーダリンク周波数割り当ての削減に踏み込める可能性を意味している。ETS 用の機器開発というテーマより、中長期には Radio Regulation の Frequency allocation など電波政策課題としての社会実装テーマとも言える。そのような中長期観点の社会実装ロードマップも必要なのではないか。
- 民間企業への円滑な技術移転のためには、特許等により知財権が保護されていることも重要である。特許出願の状況も知りたい。
- 5G 移動通信の商用化が迫る状況で、地上系 28GHz帯移動通信との干渉に対する耐干渉性向上技術等の検討が必要と考える。
- 企業へ技術移転できることを念頭に、一層頑張ってもらいたい。
- 研究分野の社会実装には問題ないが、その技術範囲が、衛星通信分野として、特に社会から要請される分野に対してどの程度のエリアを確保し、社会実装しているのかというと、あまり広くないのではないかと思われる。
- 超高速光通信機器関連に関して、技術試験衛星 9 号への通信機器の搭載、実証実験関連の研究開発で目指している社会実装とは、宇宙実証した技術で日本企業が世界展開することが目標なのか、あるいは、日本における新たな衛星通信システムの商用化を目標とするのか、さらには、その両方を目標とするのか等、さらにブレイクダウンした詳細目標設定が望まれる。その際、後者目標に関してはコスト面での検討も望まれる。

分野評価委員会  
データ利活用基盤分野  
評 価

項目	(1)音声翻訳・対話システム高度化技術
----	---------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 音声翻訳・対話システム高度化技術に関して、日本語を中心に世界トップクラスの多言語音声処理・翻訳技術の研究開発を行い、2020 年までに産学官連携による実用システムの開発と多言語音声翻訳サービスの社会実装を推進しようとするもので、時間的にも技術的にも目標を明確に定め、実用性という観点からも具体性があり、挑戦的内容になっている。また、最近の近接領域における技術開発と商品の社会への定着にも対応できる実施計画を定め着実に進展している。
- 掲げた目標の多くが掲げたとおりに実現できたという点では、適切な目標設定だったと思います。
- 性能を決定づける重要な要因である多言語音声コーパスの構築が計画を上回るペースでの構築が進んでいる。
- 高い精度の言語識別技術が構築できている。
- 多言語(10言語)、他分野(4 分野)に対応した多言語対訳コーパスを構築し、最も需要の多い日英翻訳での高い翻訳精度を達成した。
- 同時通訳や文脈活用型機械翻訳の具体的な基礎研究も着実に進んでいる。
- 音声翻訳エンジン・サーバの実現と試験的利用が拡大している。
- 凸版印刷と連携した社会実装が進んでいる。
- 実施計画の目標を上回るコーパスの構築や話し言葉の対訳データの整備を進めており、高

く評価できる。

- 音声翻訳技術に対する新たなニーズとして言語識別の実用化を進めており、社会経済活動の変化に適切に対応している。

**(改善すべき点)**

- 多言語音声翻訳を取り巻く環境は、当初の想定を超える外国人旅行者の増加や、それに対応した様々な新たなサービスの出現や技術的ブレイクスルーなど、今後も変化していくことが予想されるので、その時々状況変化に対応した形での、目標設定をその都度行っていただきたい。
- 中長期的な視点で、今後の研究計画を見直してほしい。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 現場音声認識技術、混合言語音声対話技術、対訳コーパスへの依存度を少なくする技術、同時通訳の基礎技術に関して具体性のある独自の研究を展開し、文脈やマルチモーダルなどを機械翻訳に活用するという未開拓の技術を開拓しようとするもので、科学的意義は極めて高い。
- 自己評価 A の中でも、成果の見せ方によっては S 相当のものもあるかもしれないので、そのあたりを評価したいと思います。
- 短い音声発話の情報から 10 言語を識別する技術を実現し、高い精度を達成した。
- コンパラブルコーパスを活用した対訳コーパス以前を最小化する技術を実現した。
- 同時通訳パイロットシステムを実現し、各所で動的展示を行った。
- 文脈及びマルチモーダル情報の機械翻訳への導入を目指した基礎研究を東工大などと協力した研究を開始した。
- 主要な論文誌、国際会議での発表を活発に行っており、大規模データの強みを活かしつつ、独創性、革新性に優れた研究活動を行っている。
- 委託研究を活用して、挑戦的な研究を進めている。

### (改善すべき点)

- 対訳コーパスへの依存度を最小化する技術は極めて有用であることは、理解できるが並行し対訳コーパスの効率的構築、更新などに向けた研究も必要であると思う。
- 「コンパラブルコーパスからの対訳語抽出法を実現」は、そのテーマ自身はかなりやり尽くされたテーマですので、学術的インパクトを見出すのは容易ではないと思います。



- おそらく当初計画は S 相当を狙っていたが、実施段階で実際にそれに沿って実施されたのか、の検証が必要だと思います。また、成果の自己評価についても、A ならば何が足りなかったのか、の入念な吟味の結果といっしょに自己評価結果をお聞きできればと思います。
- 多くの独創的、先進的な技術を生み出し、技術的に競合他機関に技術的優位性を持っていることは高く評価できるが、生み出されたそれぞれの技術が、音声翻訳技術全体の中でどの程度性能向上に寄与しているかの分析に基づく、戦略的な研究開発項目の選定やそれぞれの達成度について、体系的にわかりやすく説明いただくと、それぞれの研究開発の必要性がより明確になると思われる。
- 委託研究の成果や普及活動から得られる新たな視点を、今後の研究に発展させていってほしい。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

**(評価する点)**

- 多言語音声コーパスの構築、音声の認識・合成技術の開発、多言語対訳コーパスの構築、多言語の自動翻訳の開発を目指して、この中・長期計画目標をはるかに上回る14000時間以上の音声コーパスを構築し、音声認識では、GC10言語中9言語で目標を達成し、音声合成に関しては、日本語、タイ、ベトナム、インドネシア等の各言語に対して目標を達成している。また、世界最大の話し言葉の対訳データの構築作業も順調に進んでいる。ニューラル翻訳技術での翻訳が難しい日英翻訳において、高精度の翻訳を実現するなど、重要課題に対して着実にしかも目標以上の成果を挙げている。
- スピーディに社会実装へ向けた活動が実践できたことは高く評価できる。
- 多言語音声コーパスの構築においては、当初計画を上回る規模が完成した。
- 対象 10 言語の音声認識において、1 言語を除いて目標精度をすでに達成した。
- 音声合成においては、アジア 4 言語について目標品質を達成した
- 多言語対訳コーパスの構築に関しては、10 言語 4 分野での収集整備が順調に進んでいる。
- 日本において最も必要性の高い言語対であり、最も翻訳の難しい日英翻訳において高い翻訳精度を実現した。
- 音声翻訳技術の社会実装を進めてきた効果として、一般社会での認知度が高まっており、新たな社会的価値の創出につながりつつある。

**(改善すべき点)**

- 音声認識に関して、利用の機会が多いフランス語への対応を急ぐ必要がある。

- 近未来の社会的価値をふまえると、長文対応・文脈対応が必須で、その場合に、現在世の中で提案されている NMT モデルのみで解決できるとは思えません。そのような近未来の社会的価値をふまえたビジョンがぜひほしいと思います。
- 多言語音声翻訳のよる社会的価値の創出という観点では、最終目標に向けて順調に推移している。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

**(評価する点)**

- 音声翻訳エンジン・サーバを開発しその利用環境を整備し、研究開発の成果の試験的利用を拡大して、本格的な社会実装を行うことを目指して、音声翻訳アプリ VoiceTra を公開し、改良を続けている。また、SDK による利用環境を提供することにより、音声翻訳システムの試験的利用件数が伸び、研究開発成果としてのソフトウェアやデータベースのライセンス実績も大幅に拡大し、民間企業による開発技術の活用商品化、サービス提供まで実現している、具体的で大きな成果を挙げている。また、委託研究により、自治体や学校での利用が拡大し、中間成果の商品化も進み、外国での大規模な普及活動や社会実装へと進展している。特に、VoiceTra のアプリの公開、SDK の公開などにより、多くのユーザからの利用データ、ログデータの収集への道を開いているのは、今後の改良、進化への重要なインフラであり、高く評価されるべきである。
- スピーディに社会実装へ向けた活動が実践できたことは高く評価できる。
- 音声翻訳アプリVoiceTra の更改及び改良を進めるとともに、音声翻訳 SDK の提供により、本システムの利用及びライセンスは想定以上に順調に伸びており、民間企業による商用製品化やサービス展開も多数実現している。
- 消防庁における救急隊用音声翻訳での活用、21 都道府県の県警での交番での外国人対応での活用、及び、自治体向け音声翻訳に関する共同研究を実施等、国際化に対応した社会サービスの提供に向けた具体的取り組みも高く評価できる。
- 研究開発成果のライセンス実績、民間企業による商用製品・サービスが拡大しており、極めて多くの社会実装に関する取り組みを実施している。

**(改善すべき点)**

- 多言語に対して、量をこなさなければならないので、さらに工夫して、このプロジェクトに参加してくれる組織・団体に関心のある国内外の企業や政府機関なども巻き込んで、確保することが重要であろう。
- 社会実装の観点から多種多様なパートナーと組んだ展開を実践し、活用した製品・サービスが増えていることは高く評価できる。今後も継続して、活用される分野の拡充に向けた取り組みを期待する。

項目	(2)社会知解析技術
----	------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 「社会知解析技術」の研究開発という斬新で挑戦的な課題に関して、4つの具体的な目標を掲げ、実施計画を立て、内外の技術動向や社会経済活動を踏まえて、効果的かつ効率的に研究開発を展開し、以下のようにすべての課題に関して期待通り、あるいは期待以上の成果を挙げている。
- 社会知解析技術に関しては、40 億ページ以上の Web テキストビッグデータを構築し、ノンファクトイド型という難度の高い質問応答技術の開発に成功し、社会知の効果的な利用への道筋を開き、多様な質問にも適切な回答の抽出を可能にしている。また、WISDOM X や DISAANA/D-SUMM、WEKDA 等の先進的な実証システムを開発し、実証実験を行っている。さらに、民間企業への技術ライセンス提供も行っていて、しっかりした目標・計画のもとで、企業も巻き込んで、着実な成果を挙げている。
- 自然言語と音声対話は、現在の AI 市場での競争領域であり、世界に伍していけるレベルの研究開発活動をリードしてきた点は高く評価できる。
- Web のビッグデータ解析、質問応答、要約などの個別技術の先進性のみならず、実用化を目指したシステム実装を同時に行っている点が特筆すべき点である。
- 災害への応用という時宜を得た目的を設定している点も、社会動向を踏まえて ICT の重要性をアピールする点で効果的である。
- 目的・目標については、これまでの研究開発と現在の技術の潮流を踏まえた内容となって

おり、妥当なものである。

- 高度な質問応答技術および音声対話を実現するという大きな目的と、それを踏まえた具体的な研究開発の内容は斬新とは言えないがストレートに王道を行くものであり、激しい競争が行われている中で真っ向から勝負する目的・目標を設定することは、ある意味チャレンジングである。
- 社会的ニーズを的確に把握し、的を絞ったシステムを狙っている。
- 深層学習によるブレイクスルーの後、国際的な研究の進展速度は加速度的に速くなっているが、常に state-of-the-art の技術を総動員してシステムにまとめあげた成果は高く評価できる。

**(改善すべき点)**

- 国内外の大学や民間企業からのインターンや派遣、訪問研究員などを、これまで以上に積極的に受け入れ、指導と共同研究を展開して、この分野を牽引して欲しい。そのようなポテンシャルを感じさせる魅力的な研究活動を展開していると思う。
- 社会実装一般については、NICT が今後とも維持するような社会サービスに持って行くものではないと考えられる。そのため、研究開発成果を普及させていく出口をスムーズに用意するための組織的な体制を確立する必要があるのではないか。これをすべて研究開発活動の中に含めるのは好ましい形とは思えない。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- この研究では、3つの課題に対して顕著な成果を挙げていて科学的意義が高い。
  - (1) 次世代音声対話システム WEKDA の開発に関しては、前期に開発した大規模 Web 情報分析システムを活用発展させ、音声による質問の他、質問以外の入力に対しても、科学的意義ユーザに興味のあるような質問を自動生成し、応答を行う次世代音声対話システム WEKDA を開発し、音声対話研究の前例のない新領域を開拓していて、科学的価値が高い。
  - (2) Web 等のビッグデータから社会知を抽出するための技術に関しては、ノンファクトイド型の世界的前例のない高精度の質問応答技術の新領域を開発、また、深層学習を用いた Web 中の問題とその解決法の記述を認識・要約する技術を開発し、民間企業とライセンスの交渉の段階まで進んでいる。成果を AAAI、WSDM、EMNLP 等トップカンファレンスで論文発表していることから、研究の独創性、革新性、先導制が高いものと評価できる。
  - (3) 社会知解析技術をビッグデータへ適用するためのクラスタ、深層学習活用技術の高度化に関しても、前期での成果を発展させ、大幅な効率化を達成し、トップカンファレンスで発表している。
- ビッグデータを元に質問応答を行い、音声対話をできるシステムとして実装している点が優れており、他の商用システムよりも高い技術を実現していると判断する。

また、要約技術を自然な対話に使うために洗練させ対話が成り立つところまで実装しており、全体として完成度が高いベースシステムになっている点が評価できる。

さらに、高齢者介護への適用を考えているようである。複数の実装を行う過程でベースとな



るシステムが一層ロバストになると期待できる。

- 競合研究グループと伍してトップレベルの国際会議で研究成果を発表していることが、科学的意義の証左となっている。
- 大規模 Web 情報分析に基づく質問応答システム WISDOM X について、これまでの高いレベルでの研究開発を踏まえた内容になっている点については大いに評価できる。
- 音声対話は現在急速に技術革新と社会への普及が進んでいる分野であり、WEKDA への展開は自然で納得いくものである。
- 新規技術の開発・導入を積極的に行い、トップカンファレンスにおける研究成果の発表がある点は高く評価できる。
- 技術進歩の早い分野でいち早く最新技術を取り入れ、自身の目的に適合させることによって継続的にシステムを改善している。

#### (改善すべき点)

- 科学技術としての高度化を目指すためにも内外の大学や関連の基礎研究グループとの緊密な連携協力も必要であろう。
- 全体としてよくまとまったシステムになっているが、対話する人間のプロフィールや話の文脈によりカスタマイズする機能に関する検討が必要になってくるのではないか。WATSON に対する DIRECT の優位性あるいは難易度の高さをアピールすることをしてはどうか。このようなシステムの評価手法についてももう少し踏み込んで、先導的に提示することが重要と思う。
- 平成 29 年度の意見交換会ではユーザモデリングによるユーザ適用の話がでていたが、この話題が今回の説明では抜けているように思う。ユーザ適用の機能は棚上げされたのだろうか？ひとこと説明が欲しい。もっともそれがなくても十分な成果はあがっていると思うが、計画性という観点からはフォローが必要だろう。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

**(評価する点)**

- この研究はいずれも社会的価値の高いものであるが、特に以下の2点において優れた研究成果を挙げている。
  - (1) 前期に開発した40億ページにも及ぶWebページを基に質問応答を行う大規模Web情報分析システムを活用し、音声での多様な質問はもとより、質問以外の入力に対しても、意義や興味のあるような情報を問う質問を自動生成し、雑談的応答を行う次世代音声対話システムWEKDAを開発している。
  - (2) このような形でビッグデータを活用する対話システムは前例のない新規なもので、高齢者介護等の社会課題への貢献が期待できる。実際、民間企業と連携して、内閣府 SIP 第2期「ビッグデータ・AI」への提案に至っている。
- 今年はWEKDAを加え、毎年着実に機能強化しシステムとしての総合的な優位性を発揮し続けている点を評価する。
- 複数の応用システムへの適用を行うことにより、ベースとなる社会知解析システムとしての汎用性を確保しつつ、有用性のアピールを実現できている点で、研究活動のリーダーシップを評価できる。
- 災害への応用は着眼点が優れている。フェイク情報への対応も実装しているようで、有効性が高い。
- コアな研究開発の部分は社会課題の解決には大きな関係はないと思われるが、GAFAsが台頭する今日において日本の技術面での国際競争力をいかに維持するかは重要な政策的課題であり、本研究開発の意義は大きい。
- 社会実装の項目での評価と重なる面もあるが、DISAANA および D-SUMM における対災害

情報分析の取り組みは展開が期待でき、社会的価値が十分認められる。

**(改善すべき点)**

- 社会実装する際に発生する各種の困難な課題や付随する開発などを整理して、今後 Society5.0 で様々な基盤技術の社会実装が行われる際の先導的な実施例として取りまとめることができると、一層社会的な評価が高まると思う。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 社会実装に関しては、以下の諸点に注目したい。
  - (1) 内閣官房において熊本地震に対して活用されている。
  - (2) D-SUMM の試験公開を行った。
  - (3) 大分県災害対策本部において九州北部豪雨で活用された。
  - (4) 民間企業等にソフトウェアをライセンス行った。
  - (5) 東京都等、多数の自治体や自衛隊等の災害対応機関における防災訓練に参加した。
  - (6) 東京都、大分県等は普段からの利活用を災害対応マニュアルや議会等で言及された。
  - (7) 合計 121 件に及ぶ報道がなされた。
  - (8) 防災科研、ウエザーニュース、LINE と連携して、SIP 第 2 期「国家レジリエンス(防災・減災)」に申請し、採択された。
- 実用化への期待を抱けるような成果を十分に出している。
- 防災・災害対策への IT 技術応用のプロジェクトは多々存在するが、質問応答技術を核とする高度な研究成果を基礎としている点で本研究開発には独自性がある。他の組織と連携して実績を積み重ねていることは大いに評価できる。
- すでに防災分野で社会実装をおこないシステムの評価につなげようとしている点は高く評価できる。

##### (改善すべき点)

- これを社会実装するためには、基盤技術以外にも多様な課題解決が必要となると思われる

る。ただし、今までに開発を行ってきたグループが社会実装までを担当するというやり方は必ずしも最適とは思えず、組織的に最も効果的・効率的な方策を見いだしてほしい。

- 評価委員会の時間が限られていることもあるので仕方ない面もあるが、DISAANA および D-SUMM の実際の活用に対してどのような反響があったか、また、それにより得られた社会実装の新たな課題などが説明されるとよかった。
- システムが実際にどのように役立ったのかが見えにくいので、今後は体系的、科学的な評価を実施し、社会にわかりやすく説明する努力をして欲しい。

項目	(3)実空間情報分析技術
----	--------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	B
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 実空間情報分析技術に関して、ビッグデータの収集から、基礎研究の展開、その利用技術の開発や応用研究を行い、それらの結果に基づき実証システムを開発し、実際のシチュエーションに対して実証実験を行う緻密なサイクルを回すという、現在の技術動向を社会の関心と変化に対応できる堅実な課題設定と研究開発を設定している。  
具体的には、環境リモートセンシングデータから携帯型 IoT センサー、カメラ映像など、異種・異分野ビッグデータを構築して、基礎研究に関してもデータの相関分析や画像処理アルゴリズムなどの研究開発を推進し、多様な分析エンジンを開発し、ゲリラ豪雨分析等の目的指向の実証システムに組み込み、自治体や企業との実証実験を行い、技術の高度化を図っている。
- NICT が従来から実施してきたリモートセンシングと今日的な IoT/ビッグデータのアプローチを融合するような目標設定をしたことは時宜を得ていた。また、現在の Society5.0 につながるコンセプトを先取りしていた点が優れており、他分野に対して先導性を示すことができた。
- 多くの組織と連携して実空間情報の統合分析のプロジェクトを進めることは、多大な労力が必要なものであり、大学などでは取り組むことが難しい。本研究開発は、NICT が有するインフラを活用しながら、本格的な実空間情報の連携を行うものであり、研究開発の意義は大きい。
- このようなレベルの研究開発を継続して続けていくことは、日本の技術的な国際競争力を維

持するという観点においても高い価値がある。

- センシングやインターネット上のソーシャルメディアなど多様な情報源からの情報収集をおこなう枠組を整備している。

**(改善すべき点)**

- 社会的価値の高い課題設定になっていて、特に問題はない。
- 一般にアピールするには有用性のある個別応用を並べざるを得ず、統一感が出しにくいのはしょうがない面がある。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 科学的意義に関しては、以下のような点が高く評価できる。
  - 異分野データ連携基盤技術の開発に関して、異分データの相関ルール抽出や相関パターン学習等の基盤技術を開発し、研究展開のプラットフォームを構築している。
  - このプラットフォームを活用して、ユーザ参加型のデータ利活用実験や社会システムの最適化を目指した高度な状況認識や行動支援システムの開発・実証という課題を設定して、ゲリラ豪雨対策支援のシステムの実証を220人も自治体担当者の参加を得て実施している。
  - 画像状況記述に関する研究を立体型ディスプレイによる被災状況などの空間データの確認を容易にする研究を行い、高サイズ化と高解像化の研究と検証を行い、特許出願を行っている。
  - ソーシャルメディア等の画像ビッグデータの災害対策等への活用を目指した要素技術と画像解析手法の研究を行い、プライバシー配慮型の街並み画像処理技術を開発している。
  - 観光支援のための画像コーパスの自動構築に関して、大量の観光画像を被写体ごとに分類する手法を開発し、国際会議などで発表している。
- 異なる応用で(おそらく共通に使えるであろう)基盤技術やツール化を行ったこと。
- 自然現象のデータと人間社会の作るデータ(SNS や交通など)を融合するデータ解析処理により生み出される価値を実証的に示したこと。
- ラスタとベクトルのデータを相補的に使うためのソフトウェア環境を実現し、実データに適応したこと。



- 本研究開発のようなプロジェクトは、長いスパンでシステム構築を行いつつ、並行して他組織との連携を図りコミュニティを構築していくことが重要であるが、実際にそのような取り組みが着実に進んでいることは評価できる。
- 本格的な統合・連携システムの構築は他の関連するプロジェクトに比べても遜色なく、今後が期待できる。
- 個別の技術については優れた学術的成果をあげ、積極的に発信している。

**(改善すべき点)**

- 計画目標目的が極めて具体的に定められ、それらがほとんど実現または進行している点は、堅実であり、高く評価したいが、公的機関の研究としては、もう少し、一般的なところに課題を設定し、類似の問題に適用できるように、また、研究に汎用性が生まれるように心がけて欲しい。そうすれば、研究活動に科学的意義がより高まると思う。
- ツールやアルゴリズムの体系化にまで接近することができればなお良かった。
- 研究開発を進める過程で発生した興味深い問題については、研究課題として切り出し、基礎的な技術を開発していくことも必要である。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- この研究が全般的に実社会での課題や集団を対象に展開されているので、社会的価値について問題はなく、斬新な設定と実験が行われている。具体的には、自治体等とも連携して、異分野データの相関ルール抽出や相関パターン学習等の基盤技術に基づく異分野データ連携プラットフォームを NICT データ連携プラットフォーム上に構築し、ユーザ参加型のデータ利活用実験を実施し、環境と交通データ連携によるモビリティ支援や環境と健康データ連携によるウェルネス支援、SAR データ解析によるクライシスマッピング等のモデルケースの構築を目指している。
- NICT の持つデータやリソースを活かしながら、豪雨の探知、PM2.5 などのセンシング、健康への適用など、話題性も考慮しながら、ビッグデータ解析の有用性を示している。
- アイデアソンなど、アウトリーチ的活動まで広げながら、研究成果の普及・利用を図っていること。
- 一つ一つのサブプロジェクトに関していえば、他の組織において同様な研究開発が行われているものもある。しかし、一つの組織で複数のプロジェクトを並行的に実施することは、それらサブプロジェクトどうしの連携や知見の共有など、メリットが大きい。加えて付加価値の創出なども期待できる。
- 今年度末から来年度にかけて実用性の高い応用分野での実証実験が予定されており、その成果が期待できる。

#### (改善すべき点)

- 特になし

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 社会実装に関しては、社会システムの最適化・効率化を目指した 高度な状況認識や行動支援を行うシステムの開発・実証を計画し、神戸市と連携し、ゲリラ豪雨対策支援システムの実証実験を自治体の防災業務担当者 220 名以上の参加を得て実施している。また、異分野データ連携プラットフォームを NICT 総合テストベッド上に構築し、それを活用したハッカソンを実施し、環境と交通データの利活用によるモビリティ支援サービスのモデルケースを構築するなど、ユニークな社会実装実験を展開している。
- 個別の応用について、データ解析手法から活用までをきちんと視野に入れて研究に取り組んでいる点は高く評価できる。実証実験を行い、参加者からの評価をフィードバックもしている。社会における自然現象や人間社会の生み出すデータをどのように利活用するかは、まだ発展途上のフェーズであるといえ、本プロジェクトでは、実装の可能性は示唆できてはいないが、実装して有用性が広く認識されたという段階には至っていないのではないかと。なお、これは問題視しているのではなく、研究の段階としての認識である。従って、今後有用なものを見極めて実装に向けて努力することが期待される。
- 気象データなどはもともとオープンな性質を持っており、市町村などとの連携も図りやすく、連携による効果が期待できる。
- 各目的・目標に応じた応用分野で社会実装をしようとしている点は評価できる。

##### (改善すべき点)

- 社会実装や実装実験の結果を科学的な研究へ繋げる研究展開を期待したい。
- 成果が、個別応用の有用性に左右されがちなので、データ解析手法や処理手法における

新奇性をアピールするようなやり方も工夫してほしい。

- 実証実験をどのように評価するのかがわかりにくいので、事前に評価手法を十分に検討した上で実験にのぞまれること期待したい。

項目	(4)脳情報通信技術
----	------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 全脳のモデル化という大きな社会的課題を設定して、多種多様な入力情報(課題)が脳でどのように統合処理され理解し、感じ、判断し、行動されるかを再現できるモデル(人工脳)を構築し、人格を再構築するという壮大で挑戦的な目標を掲げ、期間ごとに具体的な課題を設定し、内外と連携協力できる場所をそれを行い、着実な成果を挙げている。フラグシッププロジェクトとして推進していて、この分野の国内の先導役を務めている研究として高く評価できる。
- 「全脳のモデル化」、すなわち、大規模脳活動計測データに基づくデータ駆動のアプローチで、「人間の」全脳の情報処理プロセスを解析・モデル化し、感性評価やマーケティング、BMIなどの社会応用につなげてゆく、という挑戦的な目標を掲げ、その下に、個々の研究者の能力を活かした「おもしろい研究」として、世界トップレベルの研究開発目標が設定されていることは高く評価できます。計測、モデル化、応用、それぞれの研究開発の進捗も順調であり、分野トップの論文誌での発表の、高分解能の計測法、脳ビッグデータのデータベース整備、民間企業との共同研究といったアウトプットに着実につながっている点も評価できます。
- 全脳モデルの構築は、かつてのヒューマンゲノムプロジェクトに比するスケールの構想である。一朝一夕にできることではないが、ヒューマンゲノムプロジェクトがそうであったように、将来的に産業および社会にもたらす影響は大きい。特定の機能に着目しモデル化を目指す研究は多くあるが、全脳を打ち出し、それをフラグシップに掲げることに大きな意義がある。

- 今日、産業から独立して基礎研究を進めることは難しくなっている。CiNetは、両方の立場から研究を進めることのできる領域をうまく設定している。また、産業分野との共同研究を積極的に進めている点も高く評価できる。

**(改善すべき点)**

- 人工知能の研究としてもユニークな側面があるが、それとの関連・関係をより明確にして、人工知能研究の新しい潮流を作って欲しい。また、大阪大学やNTTデータなどとの連携協力を緊密に行われているが、課題が大きく重要であるから、全国の関連研究者を巻き込んだ、より組織的な展開はできないものだろうか。
- 全体目標と個々の目標の関係性が少しわかりにくく、成果がバラバラに見えてしまう部分がありました。もちろん、すべての研究が全体目標と関連づく必要はありませんが、主要な成果については、少しずつ、より相互の関連を強めて幹を太くしてゆくことによって、研究センター全体の活動のインパクトの増加につながるのではないかと思います。たとえば、運動の視覚フィードバックや3Dボリュームモデルを用いた筋骨格モデルなどの研究についても、全脳のモデルにとって、脳だけでなく、身体と脳との関係も重要ですので、全脳モデルとの連携をもっと強めてゆくことはできるのではないかと感じました。
- (改善すべきという点という言い過ぎであるが、)脳研究は、認知的な行動を含めたヒトの行動の説明を、物質的な立場(脳の構造と機能)から説明しようとする学問であるから、ヒトの行動をどう捉えるかが「かなめ」になる。行動の捉え方が工学的な視点に偏らないようにするための工夫はあっても良い。全脳モデルの構築には特に必要だろう。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 全脳のモデル化を目指して、課題を洗い出し、組織化して、戦略的かつ具体的に展開されていて、まずその点に独創性と革新性がある。また、控えめに見ても我が国のこの分野を先導していて、既に重要な成果も現れていて、発展性が期待できる。理論展開もされていて基礎技術の確立へ向けた成果も上がっている。新しい分野を俯瞰し、需要課題を抽出し、それらが位置付けられていて、基礎研究としてあまり類例を見ない堅実な展開法であると思う。しかも、その上で、計画的に研究が進められていて高く評価できる。具体的には、①高次脳型情報処理技術に関する脳波を利用した外国語リスニングの評価法・強化法、②経済格差に対する脳活動パターンから将来のうつ病傾向予測とその高度化、③脳計測技術に関する脳皮質の深いレベルでの脳活動信号計測のための超時空間分解度 MRI 計測技術の開発、④脳情報統合分析技術に関する立体視の能力と垂直後頭束白質繊維の特性との相関関係の解明、などは高度な科学的価値を持つものとして評価したい。
- 脳活動パターンからのうつ病予測、立体視に関わる脳部位の特定、等の研究は、科学的な独創性や将来の社会的な波及効果が大きく、また、分野トップの論文誌で発表されており、科学的な意義が特に顕著であると評価できます。また、それらの研究を支える計測技術としての fMRI や拡散 MRI の高度化、複数の脳波計の高い精度での同期などの成果は、脳科学研究への顕著な貢献であり、将来的な脳科学の発展性の基盤となることが期待できます。
- ECoG(皮質脳波)からデコーディングの研究の成果があることで、BMI として現実味のある成果になっている(この点は、29年度の意見交換会でのコメントに対する具体的な回答になっている)。
- 高空間分解能 fMRI については、短時間の説明で細かいことまで十分に把握できなかったが、1990年代から求められていた革新への取り組みで、重要な技術の進歩をもたらしてい

る。

0.6mm という分解能は、脳の機能単位であるコラムが十分に可視化できる分解能で、2000 年前後にミネソタの Menon と理化学研究所の Cheng Kang の仕事があるが限界があった。その後、20 年のブランクを超えた新しいブレイクスルーになっているとすれば、素晴らしいことである。2つの先行研究ではそれほどはっきりしなかった視覚野の眼球優位性コラム構造が、この新しい技術で容易に捉えることができるのだろうか？本当のブレイクスルーならば、言語野のコラム構造など、ヒトでは未解決の問題にもアプローチできるようになり、脳科学の進展に大きく寄与することになる。また、高空間分解能の技術の開発は、脳の構造的な階層性を捉えることを可能にする。構造的な階層性は、「処理すべき情報の量に比して脳のキャパシティは小さい」という問題を解く鍵になるかもしれない。

**(改善すべき点)**

- 大阪大学や NTT データなどとの連携はあるが、より広汎に内外の大学や機関との連携を深め、目標達成に向けて加速を心がけ、国内外でのさらなる存在感を発揮して欲しい。それが期待される重要なテーマであり、このグループによる高度で指導的な研究実績もあると思う。
- 高分解能 BOLD fMRI については論文としての成果発表が望まれる。



### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 全脳のモデル化を目標にしたこの研究プロジェクトは、すべて明確な社会的な価値があり、社会課題や政策課題の解決に寄与できるところに研究課題が設定されていると思う。特に、以下の点は評価できる。①高次脳型情報処理技術に関する「脳活動パターンからのうつ病傾向予測とその高度化の研究」は、ストレス管理・予測への応用も期待され労働環境改善など社会的価値の高いものである。また、②脳計測技術に関する「脳皮質の深い Layer レベルでの脳活動信号を計測する超時空間分解度 MRI 計測方法」の開発や、③「実生活で利用可能な脳波計として使える無線でマイクロ秒精度での同期可能な時刻同期脳波計の開発」などは社会的価値が高く、さらに、④脳情報統合分析技術に関する「脳情報解読技術」の研究開発は、NTT データから商用サービスが開始されており、社会的価値の高い成果である。これらに加えて、脳情報通信連携拠点機能における各種のアウトリーチ活動や企業からの受託研究などは、このプロジェクト自体が社会的価値の高いものであることの証であろう。
- 日本人が苦手とする英語リスニング能力の向上につながるニューロフィードバック技術、ストレス管理への脳活動計測の応用、低侵襲型の皮質脳波 BMI に向けた基盤技術の開発、エンコーダ・デコーダモデルのマーケティングへの応用など社会的価値の創出を目指した研究開発にも取り組み、顕著な成果をあげていることは評価できます。また、脳データデータベースの構築、NSFとの Co-Funding も含めた国内外の研究者や組織との連携など、研究環境、研究基盤の構築に積極的に取り組まれていることも評価できます。
- 社会と結びつく研究がプロモートできていることはそれ自体高く評価できる。短期的にみて成果となるばかりでなく、長期的な目標である全脳モデルの構築のためのデータを与えることにもなるという意味でも価値がある。

**(改善すべき点)**

- これまでの実績を踏まえ、さらに関心と実力のある企業を巻き込んだ展開を期待したい。
- 脳ビッグデータの整備については、散逸・断片化しがちなデータを集約し、流通させるための戦略をもって、海外を含む他機関とも連携しつつ進めることが望まれます。人的なリソースの面で難しいかもしれませんが、説明資料の図にも示されているように、データ解析サービスを提供するなど、CiNetのみならず企業も含めた多くの組織の研究から生まれるデータが自然に集まる仕組みを構築されてゆくことを期待します。
- 海外と協調して行っているファンディングは素晴らしい取り組みであると思うが、ファンドを対等にバランスさせるのではなく、NICT側からより多くの資金を拠出することが望ましい。それによって、NICT側が主導していくことができ、将来的にNICTに資することにもなる。対等のファンドでは、交渉が得意な相手側に主導権を取られてしまうことになりかねない。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 全脳のモデル化という先端科学の領域であるが、研究展開に社会実装が初めから明確に位置付けられ、脳情報通信連携拠点機能がアウトリーチ活動を始め、国内の研究機関との連携、企業との連携、国際連携、国際交流などを明確に設定している点は評価できる。それに加えて、このグループにおいても顕著な社会実装の成果が現れている。具体的には、① 高次脳型情報処理技術に関する、「脳波のニューロフィードバックトレーニングによる英語リスニング能力向上」の研究は社会実装のために民間企業と共同研究を展開していて、② 「筋骨格モデルの開発と改善」の研究は商品化を実現し、企業ニーズに合わせたモデル構築も進んでいる。また、③ 脳計測技術に関する、「実生活で利用可能な脳波計」の研究成果も社会実装されている。脳情報統合分析技術に関しても、④ 脳情報解読技術の広範化が進み、NTT データからの商用サービスも始まっている。
- 実用化が易しくはない脳科学という研究分野であるにもかかわらず、社会的価値を生み出す研究について、リスニング能力向上、筋骨格モデル応用、マーケティング応用など民間企業との共同研究を通じた実用化に積極的に取り組んでいる点は高く評価できます。特に、ニューロマーケティングについては、商用サービスも開始されており、顕著な成果であると評価できます。
- 筋骨格モデルの構築や埋め込み型 EEG 計測技術など、社会実装の見込みのある研究や企業との共同研究のシーズとなるプロジェクトが行われていることが高く評価できる。

##### (改善すべき点)

- 基礎科学的な研究テーマも多いことから、個々の技術の TRL (Technology Readiness Level) の分析や中長期的な実用化の見通しなどをまとめて、社会実装に向けた戦略を作っ
- ていただいただけると良いと思います。

- 全脳モデルの構築においては、データベースの形が重要になる。また、そのデータベースは何らかの形で公開し、そこに向けて世界中の脳科学の知見が自然に集まるような仕組みを作れば、究極的には NICT の研究と発展に大きく資することになる。

分野評価委員会  
サイバーセキュリティ分野  
評 価

項目	(1)サイバーセキュリティ技術
----	-----------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 人的リソースに限られる中、学術的価値の創出から社会実装による貢献まで、サイバーセキュリティの幅広い分野で高い目標をかかげ、研究開発を実施されています。成果の方向も、無差別型攻撃対策から標的型攻撃対策へ、PassiveなものからActiveなものへと着実に広がっており、時代の要請にかなったものであると判断します。今後東京五輪に向け、関係諸機関との連携をさらに強められ、万全の対策を取られるとともに、ポスト五輪の日本のサイバーセキュリティのあるべき姿についても情報発信をしていただきたいと思います。
- 「アドバンスド・サイバーセキュリティ技術」および「サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ技術」は、世界的にも大規模なアドレス範囲を用いて、ダークネットセンサ、ハニーポット、Web クローラ等の異種センサを統合しサイバー攻撃の検知と収集を継続的に行う大規模サイバー攻撃観測網を中心にさまざまなサイバーセキュリティ技術の高度で挑戦的な研究開発を目標に掲げている。この3年間の目的・目標は挑戦的で妥当なものと評価でき、今後も引き続き良い進捗が得られるものと期待できる。
- 限られたリソースで、最大限の成果をあげるべく、選択と集中が行われている。
- 常に技術動向や社会経済活動等の変化に合わせて、研究目標の設定を検討しているのは良い。

#### (改善すべき点)

- 研究活動における目的として掲げるものとしては「機能を開発する、システムを高度化する、システムを運用する」ではなく何のためにそれらを開発したり、運用したりするのかを明確に

するとより分かりやすい。目的を実現するために何かを作ったり、何かを運用するのだと考えられる。例えば、「CURE の開発」自体を目的とするのではなく、「サイバー攻撃を自動的に検知して対策を行う仕組みを実現する」を目的とし、NICT が運用する大規模なダークネット観測網に集まるさまざまなサイバー攻撃に関する情報を統合的なデータベースに集積し、機械学習エンジンを用い、それらの情報をリアルタイムに解析することにより、サイバー攻撃を検知、分類するとした方がより明確となる。

- 3 年間の目的・目標設定と中長期の目的・目標設定との関係がもっとわかると良い。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 国内外の研究機関と連携を深め、その先進的な取り組みを論文として権威ある国際会議で発表するなど、学術的に高い成果を継続的に創出しています。さらにこれらの功績が高く評価された結果、論文賞や研究賞を数多く受賞されるなど、成果の質についても国内におけるサイバーセキュリティ分野トップの国研にふさわしいものであると判断します。今後AIを使った攻撃、防御の研究開発がますます重要になると考えられますので、サイバーセキュリティに貢献するAI技術に関する研究開発体制の充実が期待されます。
- 研究者、技術職員、事務職員を含めて一体となった効率の高い研究体制を築きあげており、全般的に世界的にも先端的な研究を効率良く推進している。この3年間さまざまなタイプのサイバー攻撃を網羅的に収集し分析するシステムやプラットフォームの設計や分析を一環として継続的に行っており、継続的に良い研究成果も出している。その成果として難関国際会議への採録や新しい分析手法を確立しており、基盤技術に対する科学的貢献は大きい。例えば、NICTは早くからインターネット上の脆弱なIoT機器の対策が必要なことに着目しており、いままでにIoT機器に対する能動的なアクセスとその分析、マルウェア感染機器のユーザ通知に関する技術を確立している。また、リフレクション型DDoS攻撃の観察技術を確立しており、他の類似の研究開発と比較しても、独創性と先導性が十分に高く、基礎技術の確立に貢献している。
- トップリティ国際会議 NDSS2019、国際会議 RAID 2016 に2件採録、情報処理学会論文賞を受賞するなど、海外との連携を含め、国内外でその実績が認められている。
- 国際学会等での活躍が良い。

### (改善すべき点)

- 科学的意義という評価指標について「目的・目標」に記載した改善すべき点が当てはまる。



開発自体を目的するのではなく、何かの課題を解決することを目的とした研究を実施していただきたい。

- より戦略的に計画的に取り組んでいただきたい。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- サイバー攻撃観測網の拡充は、サイバー攻撃対策における基本かつ重要課題のひとつであり、これに対してNICTがNIRVANA改の機能を継続的に拡張・高度化されていることは正しい方向性であると思います。NIRVANA改に採用されている可視化手法は利用者への訴求効果に優れており、この点を特に評価します。また、言うまでもなく昨今のIoT機器の脆弱性に起因する情報漏洩や攻撃は社会問題化しており、この点からNICTがIoT機器の網羅的な脆弱性調査に(ようやく)踏み出されることは、大いに意義があり、その成果に期待いたします。
- NICTは情報システムにおけるサイバー攻撃の可視化システムであるNIRVANA改の継続的な開発を行っており、極めて質が高くエモーショナルで美しい可視化を実現している。また、NICTが運用している世界的にも大規模なアドレス範囲を用いた定点観測プロジェクトが収集したサイバー攻撃データの外部提供も進んでおり100組織を越えている。これらのシステムやプラットフォームが我が国で独自に開発され、継続的に改良され、さまざまな研究に供されていることで、サイバー攻撃やシステム構築に関するさまざまな我が国独自の技術や知見を蓄積することができる。これらは将来における社会的な価値の創出のための必須となるものであり、評価することができる、
- すでに多くの有用なサイバー攻撃に関する情報が集まるシステムになっているので、今後も大いにその情報を活用して、社会的価値が創出されると期待できる。
- すべての取り組みは国民に安心・安全なネット社会を提供することにつながっている。
- 我が国のネットワークの状況のみならず、アセアン等への展開も図っているのはよい。

#### (改善すべき点)

- 継続的にシステム開発を行い独自の技術や知見を蓄積するためのいろいろな組織的仕組みについても技術的な知見としてまとめて研究業績の一部とすることが出来ると良い。

3年間(平成28年度～平成30年度)の実績  
【サイバーセキュリティ分野分野】

- より戦略的に展開を図ってほしい。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- NICT にて開発された DAEDALUS や NIRVANA 改の成果を、関係諸機関と連携し展開されている点を高く評価します。今後東京五輪への備えを万全とすべく、サイバーセキュリティ対策でのリーダーシップを発揮されることを期待します。また IoT 機器の脆弱性調査については、技術にとどまらないさまざまな課題をクリアされながら着実に準備を進められていることを理解しました。これは個々の機器利用者へのフィードバックにつながる極めて重要な活動ですので、ぜひ調査する側の目線だけでなく、IoT 機器利用者の目線で、その意義を理解いただく啓蒙活動もあわせて行っていただきたいと思います。
- 第一に DAEDALUS に参加してサイバー攻撃のアラートを受けている地方自治体の数が 600 を越えており、今後も多くの地方自治体が参加していくことが期待できる。つぎに NIRVANA 改の成果は、電力制御システム実証フィールドや Tokyo 2020 に向けた研究協力の中ですでに活用されている。また新たな取り組みとして Web 媒介型サイバー攻撃に対する大規模な実証実験を行い軌道に載せており、一日に非常に有用な情報である 400 弱の新しい悪性 URL を収集している。
- H29 より以前には既に IoT に対する攻撃が今後の課題になることを独自に見出した上で研究を開始し、総務省の「IoT セキュリティ総合対策」などの政策に影響を与えてきた点で先見の明があった。NICT の研究開発による社会的な貢献という点で、社会実装の評価指標に当てはまる成果のひとつである。
- 産学官連携功労者表彰総務大臣賞を受賞するなど、研究開発の内容が確実に社会実装につながっている。
- 社会実装においても、実績が出てきているのは良い。

**(改善すべき点)**

- 研究成果そのものや研究の遂行にあたり集積されるサイバー攻撃に関するさまざまな情報により、政策に影響を与えるだけでなく、政策の遂行や政策の効果を良くするためにも、研究成果や蓄積される情報を活用されたい。
- 社会実装が、より多くの企業等で使われるようにする方策を考えていただきたい。

項目	(2)セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術
----	---------------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- サイバー攻撃の攻撃者追跡は、サイバーセキュリティのなかでも特に重要な標的型攻撃対策における必須の取り組みでありながら、これまでさまざまな理由から組織的な対応が困難であった分野でした。この課題に対してNICTが先導して技術開発を行ってこられた結果がSTARDUSTとして結実したことはきわめて意義深いことだと理解しています。今後STARDUSTを核として、この分野の技術をさらに高度化されるとともに、その外部利用拡大ならびに組織間連携を進め、東京五輪への備えを万全にしていきたいと思います。
- サイバーセキュリティの実践的な演習やテストを安全かつ効率的に実施するため、企業や組織が持つ情報システムレベルのサイズや複雑さを持つ模擬環境を自動生成できるようにし、かつサイバー演習等に役に立つ模擬環境、模擬情報構築活用技術確立する挑戦的な研究計画を掲げている。以上より、この3年間の目的・目標は妥当なものと評価できる。
- 限られたリソースで、最大限の成果をあげるべく、選択と集中が行われている。
- 社会経済活動等の変化に即した目的・目標となっているのは良い。

#### (改善すべき点)

- 研究活動における目的として掲げるものとしては「活用技術」や「テストベッド技術」というような技術の名称だけではなく、解決したい技術的な課題を目的として明確にするとより分かり易くなる。何らかの技術を開発した、高度化した、というようにやったことではなく、何を解決するためにそれをするのか、それによりどのような効果が得られるかについて明確にして目的と目標とすると理解し易い。例えば、「サイバー演習支援技術のプロトタイプ開発」については、

サイバー演習に要する準備を容易にし、より複雑で大規模かつ実践的なサイバー演習を簡単かつ自動的にを行うことを目的とした方がより明確である。

- 企業や大学との意見交換の場を最も受けるべきである。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 大規模な模擬環境を自動生成するシステムを実現するなど、運用上の課題に対する貢献を評価したいと思います。
- サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST に関する研究開発と技術の蓄積(システム構築、カーネル内観測技術、エンドポイント情報収集と分析技術)は科学的意義が高く独創性、先導性が高いものであり、基盤技術に対する科学的貢献は大きい。
- サイバーセキュリティ技術の研究で獲得された基盤を適切に構築、活用している。
- 構築技術の先導性は、研究にとりかかっている点では良い。

### (改善すべき点)

- システム構築、運用技術、分析技術に関連する科学的・工学知見を広く国際会議や学術誌に公表することは重要である。国内外での学会等での研究発表をより進めていただきたい。
- 本活動では、科学的意義を追い求めるものではないので、現状のままで問題ない。
- 先導性と発展性については、論点等を明確にしていきたい。



### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 攻撃者の行動をリアルタイムで捕捉・監視し、その行動を追跡する技術の確立と経験の蓄積は、標的型攻撃対策における最重要課題のひとつであり、NICTの技術開発によりこのような攻撃者追跡環境 STARDUST が構築され公開運用が開始されたことは、サイバー攻撃対策のみならず、サイバー犯罪抑止の観点からも社会的に極めて重要な意義をもつものであると判断します。
- NICTが開発したセキュリティ・テストベッドを実践的サイバー防御演習「CYDER」を含む技術基盤を活用して、国内外の大学を含む各種セキュリティ人材育成プロジェクトやCTFに対してサイバー演習環境を構築・提供している。その際に各演習に最適な模擬環境を自動的に構築するシステムを開発し効率的に構築を行っている。またサイバー攻撃誘引基盤 STARDUST を用いた攻撃者誘引実験を開始し、継続的にサイバー攻撃手法の収集と研究を行っている。このようなさまざまな目的に利用できるセキュリティ・テストベッドの構築技術やサイバー演習環境の自動カスタマイズ技術等を公的機関である NICT が独自に開発し、継続的により良いものに改良している。またサイバー攻撃に対応する技術者らが実践的なコンテンツと演習環境を用いたサイバー演習やCTFに参加できる機会の増大に結びついており、社会的価値の創出につながっている。
- 本検証プラットフォームを構築・活用することにより、国民に安心・安全なネット社会を提供することにつながっている。
- 構築活用技術は、実社会の問題解決につながる課題であるので良い。

#### (改善すべき点)

- 継続的にシステム開発を行い独自の技術や知見を蓄積するためのいろいろな組織的仕組みについても技術的な知見としてまとめて研究業績の一部とすることが出来ると良い。

3年間(平成28年度～平成30年度)の実績  
【サイバーセキュリティ分野分野】

- より実践的な取り組みをしていただきたい。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- NICTにて開発された STARDUST の利用参画が研究機関から、企業、政府機関へと広がりを見せていることを高く評価したいと思います。ここで得られた知見を関係者で共有していただき、より効率的でかつ効果の高い環境構築へとフィードバックしていただきたいと思います。またこれら研究開発成果の展開として、国内外の機関にてサイバー演習の支援・環境提供を精力的に行っておられることも、人材育成への貢献として評価いたします。
- 各種セキュリティ人材育成プロジェクトに対して演習環境を提供し、若手エンジニアを中心に実践的なサイバーセキュリティ演習に参加できる機会を増大させた。STARDUST を公開し複数の民間企業、政府機関がユーザとして参画しており、模擬環境としても活用している。
- NICT の研究開発の成果を実践的なサイバー演習環境の提供に応用して社会に還元している。人材育成は多くの時間と労力を要するが、もっとも効果的なサイバー攻撃対策である。多くのサイバー攻撃に関する情報や知見が集積する NICT が行うべき事業のひとつである。以上より、ひとつの社会実装に繋げる取り組みとして評価できるものである。
- 各種セキュリティ人材育成プロジェクトに演習環境を提供したり、多くの企業に環境を提供するまでに、実装の完成度があがっている。
- 社会実装に向けた取り組みは良い。

##### (改善すべき点)

- 実践的なサイバー攻撃対策のためのサイバー演習を実施するために必要となる演習環境の提供によって集まる情報や演習を実施するためのコンテンツは、今後非常に貴重な技術的資産である。機構外への公開も含めて情報の活用についての検討を行っていただきたい。
- 取り組みは良いが、未だ方法論が確立していないように感じた。

項目	(3)暗号技術
----	---------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 限られたリソースの中、情報セキュリティの根幹を支える暗号技術において、安全性と機能性の両面から世界最高水準の高い研究目標を立案し、その実現に向けて暗号設計と評価の両面から着実に成果が出ていると判断いたします。またNICTとして新たな研究項目になるプライバシー保護技術に関しても、情報利活用と個人情報保護の両立という難しいテーマに果敢に挑戦し、情報の持つ有用性やリスクを利用者視点で数値的に評価するツールの開発や、他研究機関や企業との連携による実証実験を積極的に進めておられる点を高く評価したいと思います。
- 3年間(H28～30)の計画にある「機能性暗号技術」、「暗号技術の安全性評価」、「プライバシー保護技術」のいずれも、挑戦的で最先端の研究開発を行っており、難関国際会議に採録される等、分野を世界的にリードする研究開発を行っている。つまり、研究活動の具体的な目的・目標は妥当なものであり、挑戦的かつ技術動向の変化に対応したものである。またいずれの項目も継続的に顕著な研究業績を上げている。
- 暗号技術だけでなく、プライバシー保護を目的に、個人情報保護委員会との連携など、技術面以外への対応も検討していること。
- 挑戦的でよい。

#### (改善すべき点)

- 暗号技術のような基礎科学と結びついた歴史の長い研究分野は、社会への応用や適用よりも学術的に偏った実施計画を立てがちである。今後もニーズベースの社会還元のフェーズも

含めた計画をたてて研究活動を実施していただきたい。

- 幅広いスコープであることは評価できるが、リソースとのバランスが取れているのか、不明であるため、懸念が残る。
- どこまで狙うのかを明確にしてほしい。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 新しい暗号技術の設計ならびに評価に関して常に世界最先端の取り組みがなされており、その成果は権威ある学術誌やトップカンファレンスでの論文採録という形であらわれています。この結果数多くの論文賞を受賞されるなど、NICTは産総研とともに、暗号技術に関する世界有数の基礎研究機関との地位を不動のものにしています。これらの研究成果には、国内外のきわめて多くの研究機関との連携の結果生み出されたものも多く、このシナジー効果の点からも高く評価したいと思います。
- 「機能性暗号技術」については準同型暗号について継続的に顕著な研究業績をあげている。「暗号技術の安全性評価」についても特に耐量子計算機暗号、格子暗号に関し、継続的に顕著な研究業績を上げている。「プライバシー保護技術」については、AI を用いたプライバシー保護データ解析技術に関する基礎研究を行い、社会実装にまで応用している。以上より、他の類似の研究開発と比較しても、独創性、革新性、先導性が大きく、基礎技術の確立に充分に貢献できている。
- Eurocrypt2件、Crypto2件、Asiacrypt1件など、3大国際暗号学会で多数の論文が採択されている。
- 独創性や先導性は良い。

### (改善すべき点)

- 採録される難易度が高い国際会議や論文誌に採録されることは非常に有意義なことだが、より詳しく研究のどの部分がどのように評価されたかをもっとアピールできると良い。例えば「IoT の展開に伴って生じる社会ニーズに対応する機能」に対応するため、何の機能を「機能性暗号技術の機能」として考え、どう実現できたのか。それが難関国際会議でどう評価されたのかについて、詳しい説明があるとより評価が高まると思われる。

3年間(平成28年度～平成30年度)の実績  
【サイバーセキュリティ分野分野】

- 発展性に関する貢献をもっとすべきである。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 日本の CRYPTREC プロジェクトにおいて、継続的に暗号技術の安全性や運用法の調査・検討をおこない、暗号利用者や運用者に対して正しい暗号利用に関する情報発信を行なっている点を評価いたします。また国際的にも、ISO における暗号標準化活動や、米国における Post Quantum 暗号標準化プロジェクトへの日本からの提案など、NICT の貢献は特筆すべきものがあります。さらにプライバシー保護技術について、個人情報を守りつつ情報の活用を推進する立場からの研究を進めておられる点を高く評価したいと思います。
- いままで実施した基礎研究を発展させプライバシー保護データを直接解析できる深層学習システムを提案し実用性の検証まで実施している。暗号化した医療データの内容を確認することなく、解析対象外のデータの混入を防ぐ技術を開発している。また、公開鍵暗号 LOTUS を NIST PQC 標準化プロジェクトに提案、NICT 提案の公開鍵共有方式 FACE が採択された国際規格が国際規格開発賞を受賞する等、国際規格や標準化に対して貢献を行っている。以上より、NICT は暗号に関する研究活動の成果を社会的な価値の創出に発展させていると評価できる。
- 理論面で安全面に関する多くの成果を出していること。また、実際に暗号技術を活用する場合のガイドラインを作成するとともに、シンポジウムを開催し、知識を共有し、国内の人材育成に貢献している。
- 暗号の研究を維持することが大事である。

#### (改善すべき点)

- 国際規格や標準化に対する貢献が間接的に社会課題や政策課題の解決や社会的価値の創出に繋がるのか説明が必要である。
- 社会的価値に関して、本当に社会に必要とされていることなのか、あるいは、一人ひとりの研



研究者個人の興味や学会での成果を優先し、社会的価値が後付けになっていないか、グループ全体でバランスをとっていくことが重要だと思う。

- 維持だけではだめで、社会にインパクトを与えるようにすべきである。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 暗号化したまま情報処理をおこなうという、暗号技術の最新の機能を実用化に結び付けるべく、医療・金融など具体的な応用を目指した研究開発ならびに社会実装を進めておられることを高く評価いたします。その一方で、システムとしてのセキュリティを実現することと、そのセキュリティシステムが社会で利用されることとの間には、運用という大きな壁があります。今後実証実験を進める際には、運用者の負荷軽減という目線でも課題の抽出を行い、その課題解決を意識して進めてくださることを期待したいと思います。
- 他の指標における評価コメントとして記載したとおり、基礎研究で得た知見を実用化や事業化に導くための準備として実証実験や国際規格への貢献が多大である。複数の銀行の実取引データの内容を互いに開示することなく不正送金検知を行うシステムは、研究開発システム、実運用に向けた準備のためのプロトタイプ、実運用向けシステムというように段階的に開発を行っており、実際に不正送金の検知に資することができるシステムになるまで完成度を高めることに成功している。以上より研究開発の成果を社会実装に繋げる取り組みとして十分なものと評価できる。
- 本活動を通じて、理論面の成果を提出し、社会実装を行うのは民間を含めた別の組織である可能性もあり、現状で問題ない。
- CRYPTREC の活動は素晴らしい。

##### (改善すべき点)

- 特に改善すべき点はない。今後も研究開発の成果を社会実装に繋げる取り組みが実施されることが期待できる。
- リソースを考えて、本テーマで社会実装までスコープにするかどうかは要検討である。
- 具体的な社会実装での貢献をもっとしてほしい。

分野評価委員会  
フロンティア研究分野  
評 価

項目	(1)量子情報通信技術
----	-------------

## 1. 目的・目標

(1)評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 各国、各機関が開発にしのぎを削る分野であるが、量子光ネットワーク技術、量子ノード技術とも特色のある挑戦的な課題に取り組んでおり、その目的・目標は妥当であると考え。また、実施計画も外部資金の獲得等で計画を超えて進展していることも高く評価できる。  
QKD と秘密分散技術を融合したデータストレージ技術の開発は、社会的価値も高く関連基礎技術の高度化に繋がる。また、FSO テストベッド上で物理レイヤ暗号による秘密鍵生成技術の実証は、種々の通信システムへの応用に加えて科学的意義も高い。  
量子ノード技術の目的・目標は、システムの光源や検出、伝送距離や鍵生成速度の改善等に資する要素技術の開発に繋がる内容であると共に、基礎科学としても学術的に重要な課題である。
- 量子光ネットワーク技術、量子ノード技術ともに目的・目標は妥当であり、原理実証などの基礎的内容から応用に向けた内容まで、新規性があり、挑戦的であると認められる。
- QKD プラットフォーム技術を進展させ、現代セキュリティとの融合も行い、医療用データなど秘匿性が高い重要な課題への応用までを見据えた構想とそれを支える技術を創出し、大型研究費の獲得にも成功している。量子光伝送でも光空間通信実験そして衛星との間の量子暗号基礎となる技術の実験ともに世界初のレベルの実証が行われている。量子ノード技術については、科学的意義の高い成果を出し、将来の新たな社会的価値創出に向けた技術開発が行われている。
- 量子光ネットワーク技術、量子ノード技術いずれも、学術的に挑戦性が高い一方で、IT 社会に重要な貢献があると期待される技術であり、研究目的・目標として明確かつ有意義である。

- 量子情報通信の実現について必要な技術開発、実証実験などを盛り込み、実行されていると思う。
- 技術の成熟してきた QKD 技術で、他の技術との組み合わせによる新たな応用開拓を目指しており、評価できる。
- H28-30 年度の目的・実施計画が、十分具体的である点。
- H28-30 年度の目的・目標が、十分挑戦的な内容となっている点。
- H28-30 年度の実施計画の一部が早期達成されている点。

**(改善すべき点)**

- 特に、言及する点はないが、NICT 内の他研究グループ(例えば、サイバーセキュリティ研究所)との協力・連携体制等が分かり難い(見えない)。
- フロンティア研究分野全体の中での、個々のグループの成果創出と、研究機構内の連携そして研究機構外での大学等での国家プロジェクトとも協力して、それによっではじめて可能となる新規成果を出している点は高く評価される。具体的に量子情報処理技術統合プロジェクト(Quantum Quest)という取り組みもされているところであり、それをぜひ機構から社会に対して、グループという縦軸に加えた横軸の観点での取り組み・将来構想を情報発信をすることがよりできないか。
- 今回の短時間での説明では十分に把握できなかったが、特に量子ノード技術は学術的に有意義であることは理解できる一方で、社会実装からバックキャストして、数値目標なども示した研究目標についての説明を頂きたかった。
- ほぼ全ての項目で計画通り、もしくは早期達成となっている。皆さんの努力に敬意を表すものの、もう少しクリアできない目標があっても良いのではないか？この分野のパイオニアとして挑戦を続けていってほしいと思う。
- 実用に到達した要素技術の社会実装・事業への押出の加速を期待している。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 電通大—NICT 間に構築する光空間通信テストベッドによる通信路推定実験は実験的アプローチによる物理レイヤ暗号の実現に向けた研究で、その原理実証は科学的意義が大きい。
- イオントラップ技術に関する研究は、周波数標準の小型化に加えて量子情報通信システムへの応用等、先導性が高く、今後の発展が期待される。
- 光子と人工原子の深強結合物理の解明に関するテーマは、革新性、先導性の高い研究で大きな成果も得ている。量子光学やマイクロ波フォトンクス等の発展にも寄与する基礎技術としても高く評価できる。
- 原理実証などで多くの世界初の成果があり、基礎実験として独創性・新規性が高く、科学的意義は十分ある。
- 量子光伝送におけるファイバー通信でない光通信技術を近距離から衛星通信の遠距離まで実装を通して実証している点は高く評価できる。日本での空間通信・衛星通信での量子通信展開をもたらすものである。通信波長帯での量子もつれに関する成果も優れている。イオントラップ技術を用いて、光周波数標準から単一光子伝送までの展開が図れているのも日本において NICT だからである。超電導量子回路での研究も物理機構の解明を進めることに大きく貢献している。
- 基礎的物理現象を十分に把握することが要求される研究であり、基礎科学に対しても有意義な成果が上がっている。従って科学的・技術的に国立研究所としての責務を果たす研究となっている。
- 量子もつれ光源、単一光子制御などベーシックなセキュリティ技術をしっかりと研究されている。光子と超電導量子回路中の人工原子の深強結合を実験的に示されるなど、有名な科学雑誌に掲載され、評価されている。これらを通じて技術的なリーダーシップを取るための素地をきちんと作っていることを評価する。

- 量子インターフェース技術はオリジナリティの高い基礎的な成果であり、今後の展開を期待する。
- 光空間通信系における物理レイヤ暗号秘密鍵生成を実証した点。
- 超小型衛星(SOCRATES)と光地上局の間で量子暗号の基礎となる光子信号の変復調に成功した点。
- 光子と超伝導量子回路中の人工原子の深強結合を実験的に検証した点。

**(改善すべき点)**

- 説明資料に記述されていないので、指摘が妥当であるかどうか不明であるが、例えば、人工原子研究の延長線上にあると思われる「量子メタ材料」研究など、より挑戦的な基礎研究への展開も期待したい。
- 量子通信から量子計算にわたる分野では、将来の可能性を見据えた多面的アプローチが有効である。Quantum Questの枠組みを踏まえて、引き続き小規模投資のもとで相乗効果による骨太の展開ができるよう、さらに未来応用に向けての応用面での調査を今少し具体的にするとよいか。
- 物理レイヤ暗号は絶対に壊せないが、生成速度がネックということであった。今年度内に評価する技術レベルでどこまでボトルネックが解消されるか確認したい。
- 量子暗号を実用化するには量子暗号生成速度について何を改善するのか、どのような方法なら改善の余地があるのかについて、業界のリーダーとして示しているのか分からなかった。(科学的に不可能なのも含めて)

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- QKD と秘密分散技術を融合した分散データストレージシステムの実証実験に世界で初めて成功したことは、高機密情報の安全な流通、保管、利活用に資する成果で、今後医療や製造分野などの生産性の向上に繋がり、社会経済に大きなインパクトを与える社会的価値の高い研究業績であると考えます。  
光空間通信で物理レイヤ暗号鍵共有の原理実証と鍵生成速度の向上を目指す研究は、人工衛星—地上局間の光通信、車々間通信、ラストマイル通信などの秘匿通信技術の発展に寄与する社会的必要性の高い研究と考えます。
- 量子ノード技術は、量子エンタングルメント光源、光子アンチバンチングによる単一光子源、量子インターフェース等として量子情報通信システムの(要素)キーテクノロジーで、その意味において社会的に重要な技術である。
- 医療用ネットワーク、量子光伝送、可搬型周波数基準の装置など、ICT への貢献として社会的価値の高いものが多く認められる。
- 量子暗号の展開の社会的価値は安心・安全からの中核をなすものであり、さらに高知医療センターと JGN を通したネットワーク上での動作実証の成果は健康を支え人々を幸福にする社会的価値をもたらすものである。また、それを確固たるものにする世界レベルでの標準化活動にも主体的に参画・活動しており、国際的にも高い価値を持った活動である。
- 昨今の IT 技術は、経済的原理に従って高速化・大容量化が推進されてきた。その一方で、近年セキュリティの問題が大きな課題となっており、本プロジェクトは重要な貢献をなすと期待される。
- 量子 ICT フォーラムを主宰するなど、本家としてコミュニティ内でリーダーシップを発揮しているとのことで大変頼もしい。標準化を進めてほしい。
- 秘密分散ストレージ技術への QKD の適用は安全安心な社会構築につながるものとして今後



の展開に期待する。ユーザー企業の PoC をもっと加速してほしい。

- QKD と秘密分散を融合した「いかなる計算機でも解読不可能」な QKD 秘密分散ストレージ技術の原理実証に成功し、東京-高知間の医療用広域秘密分散ストレージネットワークを構築した点。
- 新たな冷却法の開発により、In イオン光周波数標準の確度世界記録を 10 倍更新し、国際度量衡局の原子時計遷移推奨周波数に採用された点。

**(改善すべき点)**

- 基礎物理として科学的価値の高い内容は、原理実証そのものが重要で、まだ社会的価値を問う段階にないものもあるので、急ぐ必要はないと思われるが、社会的価値をなるべくわかりやすく描きながら進めるとよいかもしい。
- 量子ノード技術は、今回の限られた時間では社会的価値に関する説明を十分に聞くことができなかった。
- 量子暗号を使ってまで秘匿すべき内容とは何かを提案して欲しい。実際には安全保障関連の用途にならないか？その場合、国際的標準化にはどういった国々との連合体で技術を実現していくべきか？

速度的な問題とのトレードオフなど世間は知らないことが多い。社会的価値を評価するためにはその意義があるレベルで見えている必要があると思う。

必要な技術であるがゆえに、NICT のみならず国家機関全体としてきちんと議論していただきたい。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 量子光ネットワーク技術、量子ノード技術とも社会実装に向けて着実に前進していると思われる。特に、分散ストレージシステムにおいて情報理論的安全性が担保されたシステムの実証実験に成功したことは優れた成果である。今後、実利用に耐え得るシステムの開発に向けた検証や実証実験の成果に期待したい。
- 社会実装までには時間を要すると思われるものも多いが、実証実験や運用試験などまで積極的な実施計画になっている。
- 内閣府 SIP は、まさしく社会実装まで至ることが要求されているところであり、まずそのレベルまで量子暗号技術を発展させてきた NICT の力が評価できるとともに、そこまでを目指すことに取り組むことも国研としての責務を高いレベルで果たすものである。それだけでなく、世界と伍した先んじる空間通信・衛星通信の成果など、将来に社会実装まで至ることができると期待できる競争力を示すものと認識している。
- 量子光ネットワーク技術では、実際の利用環境に近い条件で研究実績を積んでおり、社会実装への志向が十分に読み取れる。
- 民間企業と共に実験を実施していることや委託研究にて、技術移転をスムーズに行えるように動いている点。
- 量子通信では技術全体を俯瞰しうる技術ポートフォリオを有している。
- 社会実装の一手前まで来ていると認められる。

##### (改善すべき点)

- 研究進捗状況も早期達成が見込めるなど順調と見受けられるので、改善すべき点は特に見当たらない。
- 重要な科学的意義のある研究を高いレベルで多数行っていることから、将来に向けてその社

会的出口を模索することが望まれるか。それがまた Quantum Quest の社会実装課題の有意義な設定につながると思われる。

- IT 技術はオープンな環境で不特定多数の利用者が活用できて初めて社会的意義が活きてくるため、科学的・原理的に優れていても、普及しなければ意味がない。そのためには、国際標準として提案できることが求められる。さらに、限られた研究者や技術者のみを取り扱えるのではなく、デバイスや装置と周辺実行環境(ソフトウェアを含む)をパッケージとして提供できるよう、事業者と共同で開発を進める必要がある。
- 個別技術を共同で開発できても、それを総合的にプロデュースする企業が残念ながら日本の企業の中では見つけにくくなってきているのが実情だという認識がある。量子通信を社会実装するに当たってどのようなスキームで実行するべきか、答えは難しいが経産省などと現プレイヤーと共に検討していき、方向性を示してほしい。
- 強みである量子通信技術領域においては、先導的な役割を担うはずである。保有技術を社会実装のロードマップとして統合的にまとめ上げるシナリオ作りを今後も推進していただきたい。
- 第 4 期の期末に向けて、社会実装実績を着実に積んで行って欲しい。

項目	(2)新規 ICT デバイス技術
----	------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 酸化ガリウム ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) は NICT 発の技術で、そのデバイスの研究開発はトップランナーとして世界的に認知され、世界をリードしている。  
研究活動等の目的・目標・実施計画は、電力損失低減、省エネ化、高周波化、高耐極限環境性能評価に向けて、順次具体的に考えられており妥当である。  
実施計画の進捗状況に遅延がみられるが、最終年度の産業化、量産化を目指して適正に変更されているので、残された2年間での成果を期待したい。
- 深紫外 LED の社会実装に向けた目的・目標・実施計画等は、詳しく具体的に作成されており研究開発の順調な進展を期待できる。
- 酸化ガリウムはオリジナルな研究であり、新たな材料開発からパワーデバイス・高周波デバイスまでを目指す研究は独創的・挑戦的で高く評価できる。深紫外発光デバイスにおいても、内部のメカニズムから外部構造まで包含的な研究で高効率化を行っていることは高く評価できる。
- 新規 ICT デバイス技術に関して、NICT の独自で世界のトップランナーとして酸化物半導体電子デバイスそして深紫外光 ICT デバイスの開発を推し進めている点が理解できた。酸化物半導体電子デバイスでは技術移転ベンチャーも設立され、H27 も含め順調に業績を伸ばしており、国際ジャーナルでのリーダーとしての位置づけを明確にする解説論文が出ていることも評価すべきことであると認識した。
- シリコン系半導体の開発は微細化と高集積化が中心となり、我が国の競争力が急激に低下する中で、今後プレゼンスを示せる領域としてワイドバンドギャップ半導体は重要なテーマで

あり、その一方で挑戦的課題でもあるため、国立研究機関として推進すべき重要な研究領域である。

目標、実施計画ともに順を追って整然とした構成となっており、着実な研究の進行が可能となっている。

- 酸化ガリウムは、パワエレ用途におけるスペックを見据えた計画となっている点。  
深紫外デバイス、AlGaIn 系デバイスのデメリットを抑えて、実用化可能なストーリーが見える点。殺菌用途以外にも ICT 技術としての貢献(アイソレータ)を検討されている点も評価できる。
- H28-30 年度の目的・実施計画が、十分具体的である点。
- 第 4 期を通じての実施計画が、情勢の変化や予期せぬ問題の発生によって、柔軟に見直されている点。

#### (改善すべき点)

- 酸化ガリウム( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )について、ヒアリングで物性値に不明な部分が多いとの発言があったが、高周波化等に向けて物性値の情報は重要と思われる。この実施計画の中でこの問題をどのようにクリアできるのか不明である。
- 細菌やウイルスの殺菌用光源として社会実装するためには、出力のさらなる向上が求められると考えるが、そこに向けた目的・目標・実施計画等が不明である。
- 研究開発での高いレベルを社会実装に結びつける段階での社会へ与えるインパクトについて、何らかの目標設定・評価もできる段階に差し掛かっているのかという印象をもった。
- 深紫外 LED については、仕様と市場規模の社会的要請を明らかにしたうえでキャストバックした説明を伺いたかった。
- 酸化ガリウムは、パワエレ以外の用途に向けた動きの方向性が分かりにくいと思います。  
深紫外固体素子発光デバイスは、効率が悪くて利用されてこなかった点が大いなので現状の事業方向性は理解できますが、殺菌用途以降の技術展開の絵を描く方向性にももう少し力点を置かれた方が良いと思います。
- 一部研究に遅延が生じている点。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- NICT が切り拓いた「酸化ガリウム ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) エレクトロニクス」は、半導体分野を含めて応用物理全般において現在最も注目を集めるトピックになっていることは、その科学技術的意義が高いことを示している。  
1kVを超える高耐圧のショットキーバリアダイオードやFETの作成が可能となり、GaN や SiC を上回る絶縁破壊電界強度をもつとされることから、次世代の高耐圧パワーデバイスとして期待される。電力損失低減、省エネ化に加えて、高温、放射線に耐えるデバイスとしても期待されており、発展性も高い。
- 実用化にマッチしたナノインプリント微細加工技術の開発、内部量子効率 77%の達成、ドループ現象の大幅な改善、AlN ナノ光・ナノフィン構造やパッケージ構造の開発による光反射抑圧と放熱特性の向上など、いずれも独創性、革新性、先導性、発展性があり、科学的意義が高い。
- 酸化ガリウムという新たな材料・デバイス分野を開拓したことや、種々の世界発の電子デバイス動作の達成は世界的にも高く評価されている。深紫外発光デバイスにおいても、世界最高出力などの顕著な成果は高く評価できる。  
酸化ガリウムは新しい材料であるため、バンド構造や電気伝導、電子速度、熱伝導などについて未知の物性が多いと考えられ、これらを明らかにすることの科学的意義も大きい。これらはデバイス開発とともに進展すると思われるが、そのフィードバックにより高性能デバイスにつながっていただくことを期待する。
- 世界に先駆けた  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  について、当該期間において耐圧 1kV 強を実現してするなどの高い科学的意義を持つ成果をあげている。
- 酸化物半導体ではドーピング制御を可能とし、半導体材料として必須な基盤技術を確立した上で、デバイスの構築を可能としており、着実な研究成果を評価できる。

深紫外 LED では、現行の窒化ガリウムの次世代を行く材料として窒化アルミニウムでデバイスを実現しており、先導的かつ挑戦的な研究である。

- 酸化ガリウムはパワーエレクトロニクス向けのキーデバイスとして必要なデバイス特性を実現しつつあり、そのための物性評価にも力点を置いて事業を進めていること、デバイス化における課題感もはっきり見えていること、それらを APL でも評価されていることが挙げられる。

深紫外デバイスは、AlGaIn 系という貫通転移が生じやすい材料系をうまく使いこなしつつ、光取り出し効率や電流集中問題をナノフィン構造やくし形電極などの独創的な構造で改善していることが挙げられる。更なる効率化に向けた 2D 材料を利用したデバイス構造を試している点も評価できる。

- 横型 p-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> チャンネルノーマリーオフ FET の研究を行い、世界初の p-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> チャンネルノーマリーオフ FET を実現してその動作実証を行った点。
- 深紫外 LED の電流印加時の内部量子効率(IQE)と電流注入効率(CIE)を定量化する手法を開発し、世界最高となる内部量子効率 77%を達成した点。

#### (改善すべき点)

- 科学技術論文に関して、同ジャーナルでの参照数等によるトップ 10 であるとかトップ 1 割の論文というのは、それなりに客観性の高い評価尺度である。  
トップ 10 という場合、絶対的数として魅力的である一方、比率ではないため、全体論文数も参考までに与えられるべき。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 高耐圧パワーデバイスとして自動車、電車、高出力通信デバイス等様々な分野への応用が期待され、省エネ、機器の小型化など社会課題の解決に繋がることが期待できる。  
高温、放射線に耐えるデバイスとしても期待されており、地下資源の探索や宇宙応用、原子炉安全利用など社会的価値の高い利用が期待できる。
- 殺菌等のシステムで水銀灯に置き換わる可能性があり、2020 年施行の水銀に関する水俣条約への貢献が期待できる。
- 酸化ガリウムによるパワーデバイスや極限環境特性など新規なデバイスや特性が得られたことは、社会的価値が大きい。高周波特性に対してはまだ初期的なデバイス作製の段階であるが、電子速度など新たな知見や高性能デバイスへの可能性が得られることを期待する。GaN や SiC など他の材料の既存のデバイスとの長短比較や酸化ガリウムならではの応用などに注意しながら進めることも重要と考えられる。高出力深紫外発光デバイスの達成も社会的価値が高い。
- 深紫外 LED の高出力化に向けた成果は、深紫外 LED の世界最高出力を上げており、科学的価値とともに殺菌等に有効な波長帯における成果で社会的価値が高いと評価できる。
- 酸化物半導体は、来るべき社会の省エネを担うキーデバイスになると期待され、社会的インパクトは大きい。特に現在注目されている SiC は、基板材料の結晶の質に難があり、大規模な生産に移行できるか疑問視されており、本研究はこれに対する解決の糸口を提供するものである。深紫外 LED に関しては、現状では水銀を用いた放電管が光源として用いられ、本研究によってその大幅な小型化と有害物の削減が可能となる。従ってこれらの研究の社会的価値は極めて大きいと期待される。
- 酸化ガリウムは、パワエレの用途を見据えたデバイス構造(縦型、ノーマリーオフ)を着実なス



トップで実現しつつあること、酸化物の自己修復特性を利用して、極限環境における回路形成を見据えた技術を展開されていること。福島事故への対応責任を持つ我が国としては必要な動きであると考えます。

深紫外デバイスは、水俣条約をリードする必要がある我が国としては率先すべき技術であり、その社会的意義は大きいと考えます。

- n, p 両型イオン注入ドーピング技術、およびその技術を用いた縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ノーマリーオン FET 作製に成功し、大幅なデバイス特性の改善を果たした点。
- AlN ナノ光・ナノフィン構造を開発し、265nm 波長帯において深紫外 LED として世界最高となる 200mW 超の光出力を実証した点。

**(改善すべき点)**

- 酸化ガリウムでは、高周波デバイスにおけるメリットが素人には分かりにくい。パワーエレ向けとして先行する GaN や SiC に対する差異化を意識した形式としてほしい。
- 深紫外デバイスでは、Hg ランプに対する差異化が環境面だけではない点をアピールするような方法はないか心がけて頂きたい。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 産業化、量産化を視野に入れたダイオードやFETの開発、特性改善が順調に進んでおり、パワーモジュールと高周波パワーアンプモジュールの試作等を通して社会実装の実現が期待できる。
- 深紫外LEDの世界最高出力を実現するなど、着実に社会実装に向けて研究が進展している。
- 酸化ガリウムは非常に新しい材料であるため、デバイスの実装はこれからという段階であるが、バルク基板やエピ基板の技術移転、大面積バルク基板の開発など、社会実装への準備的取り組みが積極的に行われている。深紫外発光デバイスについても、高出力素子のパッケージ化や技術移転など社会実装への取り組みが十分行われている。
- 技術移転ベンチャーが順調に成長している点など素晴らしい成果をあげている。
- 十分な性能を持つデバイスが作成できており、社会実装の実現性は高いものと評価できる。
- 酸化ガリウムは、ベンチャー企業を発足させ、そこでのビジネスが広がりを見せつつある点を評価します。  
深紫外デバイスでは、多くの企業と共同研究を実施され、商品化に向け具体的に動かれている点を評価します。
- 縦型Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ショットキーバリアダイオードの開発を行い、世界初の耐圧1kV超を達成して、ベンチャー企業(ノベルクリスタルテクノロジー)に技術移転し、製品化に向けた開発を実施中である点。
- JST A-STEPにより、スタンレー電気と製品化に向けた共同研究を行っている点。

##### (改善すべき点)

- 社会実装において社会のどのような部分で貢献しているのか、社会価値を高めているのかに

ついて定性的・定量的両面での評価ができるとなお一層意義を社会に理解してもらうことができるか。

- 深紫外 LED については、市場の要請の十分な調査が必要である。  
いずれのデバイスも、実用化のためには結晶成長、微細加工プロセスからデバイスの後工程に至る幅広い技術が要求される。その一方で、市場規模がいまだ予測しにくい課題があり、既存の半導体メーカーとは平素から十分な連携研究を進めておく必要がある。
- 酸化ガリウムは、難しい点であると思うが、軍事技術への転用をどう考えるか、意思表示も必要かと思います。

項目	(3)フロンティア ICT 領域技術
----	--------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- EO ポリマーの実用化に向けて、高耐熱性、小型超高速光変調特性などの基礎研究と自動運転等への応用に繋げる高速低消費電力光フェーズドアレイの動作実証を計画しており、技術動向、社会的必要性に沿った妥当な目的・目標である。

SSPD とその多ピクセル化、強磁性ジョセフソン接合等、光量子システムに不可欠な技術の高度化を目指しており、その計画・目的・目標等は妥当である。
- シリコン CMOS 集積回路による 300GHz 無線送受信技術の確立とその国際標準化活動は必要かつ重要である。

テラヘルツ基盤技術については高安定信号源、計測のための要素技術などの開発を着実に計画している。
- 所望の機能を持つ生体素子の構築技術、計測・評価の精度向上のための要素技術、生物の情報処理システムの解明は、分子モーター、DDS、生物センサー等への応用に繋がる興味深いテーマである。また、昆虫脳を使った記憶形成モデルの構築は、生物に模した情報処理システムの構築という将来展望がある。

- 高機能 ICT デバイス技術、高周波・テラヘルツ基盤技術、バイオ ICT 基盤技術のいずれも、目的・目標は妥当であり、材料の高性能化、デバイス構造、作製技術、応用における性能評価まで一連の内容になっており、新規性・独創性が認められる。
- NICTとして、バイオ ICT・有機ナノ ICT・超伝導 ICT の基盤技術に関するそれぞれの研究開発で高いレベルの成果をあげているとともに、横串的な領域融合や新技術概念創出・産学官連携を通して新たな技術領域の開拓という目標設定が、通信技術を軸として基盤研究から社会実装を目指す国研として非常に優れたものになっている点を理解できた。
- 社会における技術動向では、人工知能・自動運転から量子情報処理まで世界での新機軸で競争が活発に行われているところで、NICT の創出した研究成果が広くそこで、時に先頭ランナーとして、時に外部大学・研究所・企業と連携しての中核技術に貢献できることにつながっている。
- 高機能 ICT デバイス技術、高周波・テラヘルツ基盤技術はいずれも研究目的が明確であり、社会的にもニーズが高い一方で、科学技術としても未開拓の領域であり、国立研究所としての任務を担う研究目標となっている。  
高機能 ICT デバイス技術は、研究目的として掲げたもの以外のさまざまな光素子、光源、光記録などにも応用が期待され、発展性の高い研究課題である。
- 電子回路が様々な限界を指摘されながら、まだまだコストメリット、技術的な限界に挑戦している中、やはり光の時代は来ると思う。その光と電気のインターコネクト技術をしっかりと研究し、メリットを提示していることは重要な意義を持つと考える。今後もしっかりと研究を進めてほしい。全て予定通り進捗していない点も、挑戦的な目標設定となっていると考える。
- 超伝導デバイスは、超伝導エレクトロニクス応用領域を世界の先端で切り開いているうえ、近年は優れたデバイス作成技術をベースに世界的に勃興しつつある量子コンピュータ領域でも注目されている。
- 挑戦的な内容を、国際的な技術動向をふまえて発展させる研究、国際的にリードする研究、独創的な研究とバランスよく目的・目標として設定されている。
- 実施計画に対し高いレベルで達成して進めている。
- H28-30 年度の目的・実施計画が、十分具体的である点。
- H28-30 年度の目的・目標が、十分挑戦的な内容となっている点。
- H28-30 年度の目的・目標・実施計画が、技術動向や社会経済活動の変化に対応したものになっている点。
- H28-30 年度の実施計画の進捗状況が、一部に遅延、変更は見られるものの、おおむね良好であり、さらに一部は当初計画以上に進展している点。

- 予期せぬ情勢の変化に応じ、実施計画が弾力的に見直されている点。

(改善すべき点)

- テラヘルツ分野の周波数帯がサブミリ波帯(0.3～0.5THz 帯)に特化しているように見えるが、周波数資源を拡大利用するためには、より広範囲の THz 帯発振源(例えば、QCL)、検出器、新しい回路系(導波路)などの開発が必要となる。資料からこの方面の研究も進んでいると思われるが、目的・目標、実施計画に具体的に書かれていない。これらの研究開発の方向性についても、言及する必要があると思われる。
- 高機能 ICT デバイス技術のハイブリッド素子では、高性能の材料が得られたものの、界面電子制御技術の必要性が今後の課題としてあがっている。デバイス作製プロセスで克服できるのか、あるいはデバイス特性の段階で再検討すべきか、進捗とともに見極めていくことが必要と思われる。
- ともしれば、個々のグループの成果を誇ることで縦割りのになりがちなところを、横串を通し連携を図って成果を上げることができている。この横断的な取り組みによる成果を社会に訴える取り組みをさらにして頂きたい。
- バイオ ICT 基盤技術の研究目的は、学術的興味に重きを置いているが、社会実装を見据えた研究目的を明確にすることが望ましい。
- 自然界をモデルにした新しい省電力デバイスの実現にも大変研究意義があると思われる。NICT が取り扱う意義とすれば信号伝達回路への自然モデル応用が簡単に思いつくところであるが、それらを明示することも重要である。
- 各テーマの方向性が異なり様々なフェーズにある。領域として定義して管理するのであれば整理がいるのではないか。
- 人材育成、特に若手に関して、社会的にも強い要望もあり、またこれまでの優れた実績もあり、目標として設定しても良いのではないか。

## 2. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 有機無機ハイブリッド光変調器は、高速応答特性と高 EO 係数を持つ EO ポリマーとシリコンスロット線路構造の組み合わせにより、超高速変調と小型化を実現している。Si スロット導波路への無孔充填技術や光閉じ込め構造などに独創性、革新性があり、科学的意義が高い。また、EO ポリマーを用いた光フェーズドアレイの実現や THz 波発生、新規検出法の開発は様々な応用にも繋がり、工学的価値が高い。SSPD の広範な応用展開も重要な基盤技術である。
- シリコン CMOS 集積回路による 300GHz 無線送受信集積回路で、100Gbps 超高速伝送を実現したことは大きな工学的意味がある。また、400GHz 帯導波管フィルターの特性測定結果などから、精密加工技術に優れている点も評価できる。
- 所望機能生体素子の構築技術、計測・評価技術の高度化、生物の情報処理システムの解明は、バイオ分野を先導しておりその科学的意義は大きい。特に、昆虫脳の記憶形成過程の観察・制御は、その実時間観察技術の確立も含め、科学的意義が高く、インパクトのある研究である。
- 高機能 ICT デバイス技術、高周波・テラヘルツ基盤技術、バイオ ICT 基盤技術のいずれも、高性能材料、デバイス作製技術、デバイス構造、回路、伝送技術などの開発は、それぞれ科学的価値の大きな内容となっている。

- SSPD の広範な応用展開を目指した結果、科学的意義の高い成果があげられている。量子情報処理への応用で、 $\pi$  接合の超電導量子ビット実現および超電導 3 次元配線プロセスの開発は他機関とも連携して基盤技術での貢献を行っている点も優れた成果である。
- 高機能 ICT デバイス技術において、EO ポリマーは原理的に無機材料に比べて大きな利点があるとされながら、性能と安定性を両立した材料が開発できない状況が続き、民間を始めとした多くの機関では研究にリソースをかけることができなくなっていたが、本研究では基盤的成果の積み重ねが実り、実用に値する性能の材料の開発に成功している点は、科学技術的に大きなブレークスルーとして評価できる。  
バイオ ICT 基盤技術においては、自然界に学んだ分子機械の構築に成功しており、新たな分子デバイスを構築するための科学的基礎を築いている。
- 高  $T_g$  の EO ポリマー応用に関し、光インターコネクで用いる O バンドでの実用性能指数 7.3 倍を実現し、実用的にもコンペを凌駕している。また、光フェーズドアレイを試作し、最大偏向角 22.5 度、100kHz 高速動作を実現したこと。
- SSPD の広波長帯域化、低ノイズ化のための新デバイス構造を提案し、実証したことは、この分野の応用範囲を広げる可能性が高く、評価できる。
- 光と電波の境界である高周波・テラヘルツ領域で Si を中心とした集積回路技術をしっかりと構築し、高速伝送技術や光コムなどで成果を上げられている。
- 顕微鏡の超解像技術はバイオ観察を中心に意義深い。オートファジーのメカニズムを制御し DDS 向けに展開することは、様々な研究が進められているナンドラッグを利用する上で代謝ルートへの疑問を解くためにも重要な技術である。
- 世界をけん引する技術を保有するグループが複数あり今後の活躍も期待される。
- DNA 上を動く分子モーター、超解像顕微鏡の技術開発、細胞による情報認識、昆虫脳記憶学習行動科学、生物を用いた化学物質検出を目標として設定して、いずれも独創性、発展性に優れた内容と成果であり、基盤技術としての確立が着実に進められている。  
特に、Nat Nanotech 2017 の新規バイオモーターの創出の研究、Nat Protoc 2017 の 2 報の超解像顕微鏡の新規技術開発、FEBS Letters 2016 等の一連の多くの細胞情報認識機構解明の成果は、素晴らしい。
- EO ポリマーの新規転写技術を開発し、導波路からの THz 波発生を実証した点。
- 窒化物超伝導電極を用いた強磁性ジョセフソン接合として世界で初めて  $0-\pi$  転移の観測に成功した点。
- シリコン CMOS による 300GHz 送受信集積回路を実現し、100Gbps 超伝送を達成した点。
- 共振器構造の共鳴波長で 10dB 超の消光比を確認し、深掘りドライエッチングにより内部 Q 値



10<sup>5</sup>を実現した点。入射光強度増大による共振スペクトル形状の変化も観測している。

- 自然界にある分子モジュールを組み合わせて新しい機能を持つ人工分子を創出する手法を提案し、動作確認と性能評価を遂行した点。
- 細胞による情報認識の分子機構を解析し、外来DNA導入阻害因子p62の作用機構を解明した点。

**(改善すべき点)**

- EOPリマー材料開発のレシピなどは、本研究の成果をもって次の社会実装の段階に進むことも重要であるが、それをまとめて定型化し、学術的体系の構築に寄与することも有意義である。
- 中期目標の中での大きな成果と言え、今後さらに発展させて欲しい。

### 3. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- EO ポリマーを活用した小型高速光変調器や光フェーズドアレイは、光通信システムや自動運転システムなどへの応用が考えられる社会的価値の高い成果が得られている。また、SSPD 関連の研究成果は量子情報通信システムなど、光量子システムに必須の技術で、その意味において今後社会的必要性が一層高まる。
- テラヘルツ波は、電波と光の狭間にある未開拓の周波数資源で、発振、伝送、検出系の技術開発が強く望まれている。物性研究などへの利用に加えて、イメージング技術で凶器の発見システムや火災現場の透視システムの構築など、安全・安心な社会の創出にもつながる技術である。
- 特有の情報処理能力を活用したバクテリアセンサーは、混合物の識別などに応用でき QOL の向上などに資する。バイオミメティクスは、様々な分野の科学技術、工学技術の発展に寄与する重要な学問分野である。このような意味においても、本バイオ ICT 基盤技術は社会的価値の高い重要な基礎科学であると言える。
- デバイスとして材料の性能を十分生かしきれぬか、あるいは、他よりも十分高性能なデバイスとなるかなど、これからのデバイスもあるが、材料自体として、あるいはすでに高性能特性が得られたデバイスや新たな周波数帯での伝送など、ICT の基盤となる社会的価値のある成果が得られている。

- 小型超高速光変調器の実用化で、企業との連携そして JST A-STEP で社会実装を目指すことが実現できているのは、社会的価値の高さを表しているものであると認識する。他に資金受入型共同研究で LiDAR 等社会実装を目指す技術としての光フェーズドアレイの研究成果も優れている。
- 現在の無線通信技術では、データ量の急激な増大に伴って周波数帯域がひっ迫している一方で、次世代 IoT では更なる高速通信が要求されており、高周波・テラヘルツ基盤技術による 300 GHz 帯域の実現はこの喫緊の課題解決に有意義である。
- 一方、光通信技術はインターネット社会を支える基幹であり、EO ポリマーはその通信素子として重要な貢献が期待されるが、本研究では光通信のみならず光フェーズドアレイや THz 技術など、高度な安全・セキュリティを求める社会の要請に応えるべく展開している点が評価される。
- 光フェーズドアレイの LiDAR 応用に関しては、今後の LiDAR モジュールの小型化と低価格化に期待がかかり、意義は大きいと思う。  
超伝導シングルフォトンカメラによる革新的イメージング技術の創出というのは、非常に興味深く、今後の方向性に期待したい。
- バクテリア利用による希薄溶液の化学物質検出技術は、食品安全性のみならず、材料研究段階の評価技術としても意味を見出せるのではないかと？
- 高周波、超伝導センサーはそれぞれ独自の強みを保有しておりそれを社会価値に生かす方向性がはっきりとしている。
- 超伝導薄膜技術は量子コンピュータ研究へのアプローチも開始しており大きな貢献に期待する。
- 生物の情報検出・処理システムは多様で、情報通信分野に新たなものを産み出す要素を多く含んでいる。従来に無い視点から、生物の情報検出・処理システムを対象とする技術開発を進めることは、イノベーションを通して社会的価値の創出につながると期待される。
- 人材育成として、細胞生物学ワークショップを長期にわたって毎年開催してきており、高い評価を受けており、社会的な貢献が高い。
- Si スロット導波路への EO ポリマーの無孔充填に成功し、電荷注入抑制効果の検証とアレイ化を実施して、小型超高速光変調器の光インターコネクタへの実用化を加速する JST A-STEP に採択された点。
- SSPD の広波長帯域化、低暗計数率化に向けて誘電体多層膜を用いたデバイス構造の有効性を実証した点。
- 光周波数コムによる高精度・広帯域な信号発生原理を検証し、1THz において雑音抑圧比

30 dB以上の達成とOFDM-16QAM信号の伝送に成功した点。また回路と周波数コムをハイブリッド化することで、高安定なテラヘルツベクトル信号発生技術を構築し、光周波数コムの位相雑音特性を20dB以上改善した点。

- 化学物質に対するバクテリア出力波形処理法の検討、および混合物に対する識別能の評価を実施した点。

**(改善すべき点)**

- SiC還元のグラフェンTFTは研究どまり？これを実用化する方策はあるのか？NICTとしてはパワーデバイスは酸化ガリウムという方向性があるのだろうが、SiC-Grapheneの実用化に向けた技術方向性をきちんと示してほしい。
- 光学顕微鏡技術に関するworkshopは、長期にわたって毎年開催され、社会的政策的に要求されている若手人材育成に、高いレベルで実績を残しているとライフサイエンス分野において広く感謝されている。今後も持続できるように、予算・人材面での安定した環境の提供が望まれる。

#### 4. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	B
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- EO ポリマーの開発歴史は長いですが、優れた性能を実現し民間企業に技術移転して販売していることは社会実装の成功例として高く評価できる。  
小型高速光変調器や光フェーズドアレイは、光通信システムや自動運転システムなどへの応用に向け、社会実装を視野に捉えている。
- シリコン CMOS 集積回路による 300GHz 無線送受信集積回路で、100Gbps 超高速伝送を実現しており、様々な分野での社会実装が可能である。
- 有機 EO ポリマーなど、材料自体として社会実装に取り組んでいるものや、300GHz における国際標準化活動など、積極的に社会実装に取り組んでいる。
- 高周波・テラヘルツ基盤技術での外部資金による受託研究等を通じた社会実装が強く期待できる成果がでており、その点での世界の先頭ランナーとしての地位を確立している。
- 高機能 ICT デバイスでは、民間等との積極的な共同研究を行っており、社会実装に対する大きな推進力となっている。  
300GHz 無線デファクト標準をいち早く国際規格化した点は我が国にとって有益な戦略として評価できる。
- 技術移転を積極的に行っている。  
蛍光顕微鏡計測の制度を向上させる色収差補正技術を開発、公開し、その技術を広く利用し

てもらうためのワークショップを開催していること。

- SSPD の実用性の向上が見えており、いち早い社会実装に期待が持てる。  
バイオ研究でも一部技術を企業と共同研究するなどの実用化への橋渡し活動がなされている。
- 微生物の化学物質検知能力の応用研究として、資金受け入れ型共同研究を民間企業と進めており、基礎研究の成果を社会実装に向けて進めており評価される。
- 蛍光顕微鏡計測に関する新しい技術開発成果をウェブサイトで公開し、社会的に供している。
- SSPD のバイオとの融合研究は、独創的な未来 ICT の発明のすばらしいブレークスルーであり、企業や研究者との共同研究も進んでおり評価される。
- 新規分子構造を見出すことで、O バンドでの実用性能指数 7.3 倍を実現するとともに、世界最高ガラス転移温度の超高耐熱 EO ポリマーの開発に成功し、特許出願、技術移転による販売を行った点。
- 世界初の 300GHz 無線デファクト標準規格である IEEE802.15.3d を成立させた点。
- 蛍光顕微鏡計測の精度を向上させる色収差補正技術を開発、公開した点。

#### (改善すべき点)

- 改善すべきというより、今後の懸案事項であるが、材料開発(特に有機材料)では、知的財産と学術的透明性が背反する例が多く、本研究で開発した材料の知財を今後どのように活用するか、あるいは学術的貢献として積極的に公開するのか、熟慮が必要である。さまざまなデバイス作製のプロセスについても同様であり、プロセスのノウハウは特許としての有効性が低い反面、ノウハウなしには実際に動作するものを作れない。このあたりは機構としての知財戦略をあらかじめ明確にしておく必要がある。
- NICT の特許利用許諾のポリシーが明確になる(もしくはそれをアナウンスされる)と、より国研としての研究価値と意義が増すのではないかと考える。
- バイオなどはシーズ研究で、社会価値のポテンシャルは十分だが、社会実装への道筋に関しては将来トレンドをにらみ、方向性をより精査することが望まれる。
- 生物の情報処理システムに関する企業との共同研究、SSPD に関する企業との共同研究をはじめとして、今後の発展を期待する。
- 第 4 期の期末に向けて、社会実装実績を増やして行って欲しい。

分野評価委員会  
オープンイノベーション分野  
評 価

項目	(1) 技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築
----	------------------------------

## 1. 目的・目標

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ハードウェアプログラマブルな伝送装置を用いた 90G 伝送実験、100G モニタリング(見込み)、実世界で BLE の電波を使ったモバイルアプリケーションの検証システム AOBako の開発、無線伝搬エミュレータの改良のようなハードウェア/ソフトウェア開発は充実している。また運用に関しても、テストベッドの連携の実現、キャラバンテストベッドや LPWA テストベッドの一般向け運用を開始した他、NICT 内部向けのクラウドの開始等、機構内の他の研究開発の実証にも対応したことは、評価する。
- 地域社会や海外にも目を向けている点。
- 他社も関係する JGN、StarBED、JOSE を統合した上に、SDN 機能を有するゲートウェイを用いる接続など挑戦的な内容を含み、NICT という枠に捉われない活動となっている。

### (改善すべき点)

- テストベッドを融合する際のポリシーを明記すべきと考える。特に、社会実証の推進においてはプライバシーのような社会的受容性等を検証する必要があり、データアナリシスが前面に出る研究ではそのサービスの基盤である各スライスの運用ポリシーが重要になる。ガイドライン策定が中長期計画に掲げられているが、今年の違法漫画サイトの対処に関する議論を鑑みると前倒しの策定が望まれる。スライスはリソース割り当て等が過去検討されてきたが、むしろ運用ポリシーが異なる独立したサービスを複数同時に物理ネットワーク上で提供できるところに新規性があり、ITU-T 等での標準化も必要となろう。
- さらに生活者への普及活動の取り組みや、海外の発展途上国への展開などがあると良い。



## 2. テストベッド構築

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ハードウェアプログラマブルな伝送装置を用いた 90G 伝送実験、100G モニタリング(見込み)、実世界で BLE の電波を使ったモバイルアプリケーションの検証システム AOBako の開発、無線伝搬エミュレータの改良のように、ハードウェア/ソフトウェア開発が充実している。また運用に関しても、テストベッドの連携の実現、キャラバンテストベッドや LPWA テストベッドの一般向け運用も評価したいが、NICT 内部利用が始まり、自らがユーザになったのはエポック・メイキングな成果である。
- 複数のテストベッドを統合し、NICT 総合テストベッドとして体制を整備し、運営を開始している。また、IoT ゲートウェイのサービスを 2 年前倒しで開始している。M2M クラウドを用いたフィールド検証も開始している。
- 研究開発としては、テストベッドの管理運営を効果的に行う方式を開発した。また、BluMoon を開発し、ACM Ubicomp2018 等で発表した。
- いち早く 100Gbps 化を実現したり、IoT などを意識して LPWA テストベッドも提供するなど、先進的な観点を取り入れた構築になっていることを高く評価出来る。

### (改善すべき点)

- M2M の統合運用や AI データテストベッドの一体管理など保守・運用等に関わるコスト削減と効率化に関しては検討が進んでいる。ただし、IoT・ビッグデータ(BD)・人工知能(AI)等に関する技術実証・社会実証を考えると、単なる技術開発でなくそれらの実証基盤の運用ポリシーが重要である。そのため、各テストベッドの統合化は単なる接続ではなく、首尾一貫したポリシーの下で実証基盤を作れるようであればならない。そのためには、まずガイドラインを作る必要がある。
- いろいろな応用場面を想定して実トラヒックを対象とした動作検証を進めてほしい。

### 3. 実証

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- キャラバンテストベッドの拡張、LPWA テストベッドの一般向け運用開始、自動販売機・タクシーに Wi-SUN 機器を設置した実証実験などは、サービス研究に進捗がみられる。NICT 自体の要員で行えることはかなり努力の跡が見える。また、スマート IoT 推進フォーラムとの連携や資金受入型共同研究の実施、および、パートナーの制度を構築したことも技術展開を考えると大きな進歩である。
- キャラバンテストベッド、LPWA テストベッドを開始した。ユーザインタフェースを改良し、一般の人にも利用しやすくした。SDT 技術の応用が Interop Tokyo 2018 で表彰された。タクシー乗客発見支援、交通安全、高齢者見守りなどの実証実験を行い、特にタクシーを使った実証実験は複数の報道メディアで取り上げられ、依頼講演も複数あった。
- 飲料会社、タクシー会社との運用は情報配信のエリア拡大や地域 ICT の導入など、今後の社会変化への必要項目の実証として有益である。

#### (改善すべき点)

- 普及宣伝活動を NICT の職員で行うのは、要員不足。このため、外部人材を積極的に活用する必要したらどうだろうか？例えば <https://coderdojo.com/> のような NPO でも使えるようになれば、小中学生に認知度が格段に上がる。小中学校のプログラミング教育は教育委員会の喫緊の課題でもあり、Win-Win の関係になるかもしれない。上記のような外部テーマを開拓するには社会ニーズを知る必要がある。テストベッドを利用する際の障壁は格段に下がったが、商店等の小規模ユーザに使いやすいように。障壁をさらに下げて、使いやすくする必要がある。また、それにより、新たな実証テーマが持ち込まれるかもしれない。
- 高齢者見守りの成果が良くわからなかった。生活者の様々な問題へ今後も適用を広め、その成果を明らかにしてほしい。

#### 4. イノベーション創出

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- NICT 総合テストベッドの申請・相談窓口を一元化し、申請の障壁をかなり下げられ、利用者数が増加した。Wi-SUN デバイス搭載の自販機が形成可能な IoT 無線サービスエリアの実証など着実に進捗している。特に、400G に向けた高速化や AOBako の技術開発の他、超多数のコネクテッドカーを対象とした広域無線通信と車車間通信をハイブリッドに用いる DTN (Delay Tolerant Network) 制御アルゴリズムの開発は時期を得ている。“すれ違い通信”原理に基づく地域情報伝達、タクシー乗客発見支援サービス等、関連サービスの開発もかなり実施できている。
- ホームページをわかりやすくし、本事業の周知活動を熱心に行い、利用者を増大させた。実際に、タクシー業者と連携して、社会に役立つ IoT サービスを実現した。
- テストベッドの申請・相談窓口の一元化や共同実験を重視するなど、独りよがりにならない姿勢からオープンイノベーション創出の意気込みが感じられる。

##### (改善すべき点)

- Wi-SUN は 5G で端末までスライスが伸びるため、そのようなアーキテクチャになるとよいと思います。ただし、要員を考えると、400G に向けた高速化や AOBako の技術開発、あるいは DTN で新規技術開発は十分かもしれない。むしろ、NICT 以外からテーマを持ち込むような取り組みが必要と考える。会議でローミングの例で指摘しましたが、例えば SIP の性能が QoE 的観点から十分かという点、私はそうではないと感じています。競争に忙しいキャリアはレガシーを改良している余裕はない。そのような瑕疵を指摘し、技術的な改善法を出すことができれば、キャリアをもっと巻き込むことができるのではないかと考える。
- さらに、情報通信と関わりの少ない産業や市民との連携を進め、社会への貢献を深めてほしい。

## 5. 国際展開

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 高速化に関しては、国際会議でのデモ、国際連携に寄与している。「アジア初の 100Gbps の回線をもとに、11 月米国の SC 会合におけるプログラマブルな伝送装置を用いた 90Gbps 級国際伝送実験を行うとともに、素粒子実験の国際連携機関(LHCONE)等の研究への回線提供を行った。」が典型である。
- 米国やアジアの機関と連携し、共同研究や技術検証を行っている。国際伝送実験や国際プロジェクトを行っている。
- 日本のみならず 7 カ国の相互バックアップ、共同実験を促進し、具体的な実験をおこなったことは国際展開上も極めて有効である。

### (改善すべき点)

- 高速化以外は国際展開が見えない。特に、JGN と StarBED に関しては WEB ページに英語訳があるが、IoT と RISE に関してはない。国際展開を考えると、十分なものではなくても、少なくとも概要が分かるページが欲しい。  
また、「フロリダ大学との CENTRA におけるオーバレイ VPN を用いたスマートコミュニティセンサ・エッジ・クラウド資源動的統合実証実験」や「PRAGMA-ENT: Grid/Cloud に関する国際共同研究のための SDN ネットワーク環境構築」はいずれも RISE に関係した国際展開と考えられるが、少なくとも資料の上では進捗が見えない。また、スライスがリソース割り当て等の技術的な最適化の観点から検討されてきたが、むしろ運用ポリシーが異なる独立したサービスを複数同時に物理ネットワーク上で提供できるところに新規性があり、ITU-T 等での標準化も進めるべきであろう。
- 海外で、本テストベッド技術の優位性を積極的に示すべきである。また、アジアの発展途上国への技術支援もさらに進めるべきである。海外とのプロジェクトが海外でどのように評価され

3年間(平成28年度～平成30年度)の実績  
【オープンイノベーション分野】

ているかの情報が少ない。

項目	(2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化 (4) 戦略的な標準化活動の推進 (5) 研究開発成果の国際展開の強化
----	--

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 実に時宜を得た課題であり、内部推進体制や外部連携のとり方、いずれも NICT ならではの取り組みが見られる。
- NICT が中核となってオープンイノベーションの創出を促進するため、ICT 分野における産学官連携活動を多方面から精力的に推進されていることは評価できる。
- 日本の ICT 分野のイノベーションを創出するために、NICT の持つ多様なテストベットを充実させ、人材育成・交流も推進しながら、産学連携、地域連携、国際連携を一体的に推進することにより研究開発成果を最大化する取り組みは実現性が高く評価出来ます。
- オープンイノベーションにむけて一体化した体制で活動を推進し、NICT の活動と連携する窓口を明確にして進めている点を評価します。社会実装という点で具体的な課題に取り組もうとされている姿勢、自治体を明確に連携対象として位置付けている点も評価します。

#### (改善すべき点)

- OKR (Objective and Key Result (目標と主な結果)) 導入をすすめます。
- 国の研究機関として、企業や大学ではできない役割をより明確にして、具体的な戦略目標に沿って、重点分野にリソースを投資していることを、より明確に示したほうが良いのではと思われる。
- 地域連携の部分は他の2つ連携と比較すると出遅れ感があり、またこれから本格化させてい

く段階にあると考えられます。キャラバンのようなスキームを導入して地域(大学、開発機関、自治体)に入っていただきたい。

- それぞれの活動において重複するような機能を集約して、効率的に進めることを検討されてはどうでしょうか？例えば、実証実験等を実施する際のネットワークであったり、実証するために必要な機材等の基盤的なものを利活用も含めて個々の活動が独立に準備するのではなく、ready to goのような仕組みづくりを考えられると良いのではと思います。併せて、契約やマネジメント体制なども同じように検討して、外部連携を容易にできることで、活動が社会ニーズにタイムリーに適用できることを検討してはどうでしょうか。

## 2. イノベーション創出

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• フィールドワークを増やそうとしている点</li> <li>• スマート IoT 推進フォーラムの事務局として、テストベッド分科会、異分野データ連携プロジェクト、IoT 価値創造チームの活動に主体的に参画していることは評価できる。特に、フレキシブル ファクトリ パートナー アライアンス(FFPA)、および、知能科学融合研究開発推進センター(AIS)の設立と活動の推進は高く評価できる。</li> <li>• 産学連携、地域連携、国際連携を推進するための多様な企業、大学との共同研究、委託研究やマッチング研究支援、テストベッド等を活用した実証型研究開発など多面的なスキームにより戦略的に研究成果を最大化するための取組みは効果的である。</li> <li>• 特に、スマートIoT 推進フォーラムやFFPAの推進活動は、今後の日本のIoT分野におけるイノベーションに大きく貢献すると期待できる。</li> <li>• 研究開発成果を展開する具体的な仕組みづくりがなされていると思います。実行する仕組みも、アイデアソン、異業種交流のような個人を主体とした取り組みから、AIS、FFPAのように企業、団体を組織化した取り組みまで、幅広くトライされている点を評価します。この中で技術相談のような、NICTが蓄積されているものを外部の方から引き出して使ってもらう枠組みは良い方向だと思います。</li> </ul>
<p><b>(改善すべき点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• イノベーションは過去からの「不連続性」があつてこそ真価が問われるが、やや従来の発想の域を出ていない感もある。</li> <li>• どのように研究活動等の取組や成果がオープンイノベーション創出につながっているかを、具体的に示すことが今後求められる。優れた成果を大いに期待する。</li> <li>• オープンイノベーション推進本部内のそれぞれ研究センターと、これまでの様々な基礎的な研</li> </ul>



研究所とどのように連携してよりイノベーションを加速していけるのか、企画本部も含めて、それぞれ具体的な役割を明確すると良いのでは。

- 技術をひろげること、使っていただくことを目標とされているため、連携する相手に取り組みの成果が大きく依存すると思いますが、NICTの考える成果のマイルストーン、ゴールをもう少しクリアにされるのが良いと思います。
- 取り組みの到達度を見極めて、何を改善するかの指標をクリアにしていただけると良いと思います。

### 3. 標準化

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 成立標準数にフォーカスしている点
- 研究開発と標準化の一体性という考え方、個別の標準必須特許を意識しながら NICT 全体の俯瞰的視点も取り入れるようになったことは大いなる進展と思われる。
- FFPA における規格化、標準化活動、光ファイバ無線(RoF)技術の標準化活動、IETF におけるマルチキャスト通信の標準化活動等、積極的に取り組んでおり、研究成果を反映して成立に至った国際標準もあり、評価できる。
- 「標準化アクションプラン」の策定の基に、研究と標準化を一体的かつ戦略的に推進し、かつ標準化ファクト調査も計画的に標準化動向を俯瞰しながら取り組んでいる点。
- 特に ITU、APT、ETSI、IETF における標準化機関のメンバーとして国際標準化活動やセミナー、展示会での主催、参加、出展など積極的な活動を NICT 全体で取り組んでいる点。
- 標準化活動に幅広く参画されていることは評価できます。

#### (改善すべき点)

- 日本が先導できる ICT 分野での標準化活動への注力を戦略的に検討することを期待する。
- 標準化に向けた活動として、寄与文書のサブミッション数が年々減少傾向にあるので、その要因や成立標準数との関連を分析し、世界標準化におけるリーダーシップをさらに推進して欲しい。
- 標準化の戦略について具体的な取り組みがわかりにくく思います。詳細が難しいにしても、日本にとって有益な取り組みである点を明確にしていただけると良いと思います。
- これまでの標準化の枠組み以外での取り組みなどもあり、重点化した取り組みも検討の余地があるのではと思います

#### 4. 国際展開

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 海外研究機関との MOU の取り交わしによる研究ネットワークの形成、および、インターンシップ研修員の積極的な受け入れによる人材育成・人材交流を積極的に行っており、評価できる。また、国際共同研究プロジェクトの推進もなされている。
- これまでの活動度の低い MOU を見直して新たな海外研究機関を開拓するなど国際連携の新たな形成、深化をしている点は評価できる。
- 特に ASEAN 諸国との共同研究プロジェクトはそれらの諸国の課題の解決に大きく貢献している点は特筆すべきである。
- 欧米だけでなく ASEAN を含めた国際連携を志向しているのは良いと思います。連携を広げていくことで、NICT の活動を知ってもらい新たな取り組みへの多くのきっかけを作ることができると期待されます。実態の活動に応じて、継続について判断されていることもよいと思います。実行的な活動にリソースが使われると良いと思います。

##### (改善すべき点)

- 国際連携の手法、先方、実績ともに大いに評価して良いものがあるが、この体制以前と比べてどんな努力をしたかも分かるとベター。
- 国際連携による共著の論文業績・特許出願など、数値目標を示して、質の高い研究が達成できているかを具体的に示すことが、今後より重要になると思われる。
- NICT が世界のトップリーダーを目指すためにも、もっと欧米との国際共同研究件数や交流人材数を増加させる等、もっと活発化させていただきたい。
- 海外連携センターのハブとしての活動において、どのように NICT の成果、活動を示していくかが鍵だと思います。各種の会合等への参加も一つとは思いますが、どのようにアプローチされていくのかの具体化が必要だと思います。

項目	(3) 耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進
----	--------------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- ナーブネットの実稼働、DISAANA/D-SUMM の試験公開、SIP 課題「レジエントな防災・減災機能の強化」A 評価、多くの実証実験・訓練など、耐災害 ICT の実現に向けた多くの取り組みを行い、顕著な成果をあげており、高く評価できる。研究成果が実際の災害を想定した実訓練で使用され、内閣府防災における実活用に貢献できることを実証するなど、実災害で十分活用できることを示したことは特筆に値する。
- 研究成果の社会展開として27年度までの研究開発成果を、実災害(熊本地震)、九州北部豪雨や岩手県雪崩災害等において自治体と連携して実利用するなど社会展開活動を通して、その有効性を実証している点が顕著である。
- 大学等の外部機関との連携において、東北大学とのマッチングによる多くの共同研究やカンボジア、スリランカなど ASEAN 諸国との共同研究の実施を通して、研究開発力強化と国際展開力強化を実現出来ている点は非常に高く評価できる。
- テーマが明確であるだけに、目的・目標も極めて妥当である。
- 耐災害 ICT の研究においては、具体的なニーズが提示されるため、実際に利用される組織の理解はもとより、被災する可能性のある多くの方に理解されることも必要です。本観点から、実証実験、訓練をさまざまな状況を考慮し行うことをベースに、研究開発のアセスメント、また、普及を行っている点を評価します。
- 研究開発成果を社会実装につなげることに大きな努力を払っている点は、テーマの特性からも重要な観点です。内外へのアピールを含め実際に利用する方々と密に連携した取り組みを行っていくことを実行している点を評価します。

**(改善すべき点)**

- 今後想定される大地震などの災害に備えて、社会実装の整備ができるよう、継続的な取り組みを期待する。
- この取り組みで得られた成果を広く普及するための拠点構築とコミュニティづくりについて目標を設定してはどうでしょうか？特に、多くの成果が出ていますが、それを、容易に他の方が参照、活用できるような「場」を作っていくことが、より、この成果が活用できると思われます。物理的な「場」だけではなく、ICTを活用した情報共有の仕組みを作られることを期待します。

## 2. 実証

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 3年間で、28件の実証実験・防災訓練に参加し、ナーブネットの実稼働、DISAANA/D-SUMMの試験公開など、耐災害ICTの実現に向けた多くの取り組みを行い、研究成果が実災害で十分利活用できることを示しており、高く評価できる。
- NerveNet、DISAANA/D-SUMMなどを実用化し、これらを実際に自治体等と連携して、熊本地震はじめ多くの地震、豪雨など実災害時に利用してその機能性や有効性を実証している点は特筆すべき成果である。また超小型 NerveNet の開発や小型光ハブ開発など今後の社会への普及や展開におおきな期待が出来る。
- 「対災害 SNS 情報分析システム」「災害状況要約システム」と限定的であるが、それらは耐災害上、極めて有益なシステムであり、着眼点も良く、その実装・実績が進展している。
- 実証することが本研究成果のアセスメントの重要な要素と考えます。3年間で多くの実証、特に、本研究の特徴である「訓練」への参加という形態も含め、多くの防災訓練に参加している点を評価します。この営みを続けていくことが、本研究開発の成果展開に重要な要素です。スタッフやリソースが限られる中、3年間で24件(年平均8件)の訓練への参画は大変評価できます。

### (改善すべき点)

- 今後の実証実験・防災訓練で得られた知見を活かして、災害対応ガイドラインを、適宜アップデートするなど、より良い利活用ができるよう頑張ってください。
- 今後、東南海巨大震災やゲリラ豪雨、大型台風など日本全体の大災害に対する対策が喫緊の課題となっていることから、本研究センターで開発され実用化された成果を企業に出来るだけオープン化し、迅速に自治体等に普及させていることが望まれる。
- 絶対的リソースは足りないと思います。研究開発した成果のチュートリアルと成果物を貸し出

すような形で、より多くの人に成果を具体的に利用することで、実際の災害時への備えだけではなく、平時の利用も含め様々なアプリケーションを考えていくことが必要ではないかと思えます。

### 3. 産学官連携

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 展示・シンポジウム・協議会など、49件の実績を上げており、活動の成果を積極的に示している。特に、地方自治体や内閣府とも連携して、実際の災害を想定した実訓練での使用を通じて、研究開発成果の利活用の促進を図る取り組みを積極的に行っており、高く評価できる。
- 東北大学とのマッチングによる多くの共同研究やカンボジア、スリランカなど ASEAN 諸国との共同研究の実施を通して、研究開発力強化と国際展開力強化を実現出来ている点は高く評価できる。
- 立地条件からして東北大中心であるが、実体験と将来対応、いずれも実に立派な連携がなされている。
- 本成果の適用先としては、やはり、災害対策の中心となる国、地方の行政関連の機関であり、訓練の参加を通じ、これら機関との連携が十分に取れている点を評価します。

#### (改善すべき点)

- 技術移転も含め、企業が機器開発・コストダウンができるよう、積極的な取り組みを期待する。
- 各地方の大学や企業でも災害を想定した耐災害通信ネットワークや情報システムの研究開発に取り組んでいるところも少なくないので、本研究センターが中心となり、これらの機関との交流を増やし、研究交流が活発になるような取り組みを展開し、日本全体の耐災害ICT力の底上げに尽力すべきである。
- 地方自治体は、防災に関してのニーズ、関心は高いものの、実際に検討を行うためのリソースは十分ではないと思います。また、共通の課題について、それぞれの取り組みをうまく流通していくことが必要だと思います。経験や取り組みの良い点を共有するプラットフォームの構築を目指してください。



#### 4. 標準化

##### (1) 評点評価

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

##### (2) コメント評価:

###### (評価する点)

- ITU-T、ITU-D への寄与文書、耐災害技術標準化活動に参加していることは評価できる。また、耐災害 ICT 研究協議会において、災害に強い情報通信ネットワークガイドラインの改訂版を作成し、災害時対応の指針を示したことも、広い意味で標準化活動に貢献したとみなすことができる。ITU-T の FG-DR&NRR において、災害に強い情報通信技術の標準化に貢献したとして日本 ITU 賞を受賞したことも評価できる。
- 他大学・機関や他団体と連携して耐災害対応実用ガイドラインや人工知能を用いた災害訓練ガイドラインなどの策定あるいは作成をしており、災害・防災・危機管理を業務とする各自治体にとって広く受け入れられる有効なガイドラインと評価できる。
- また ITU-T や ITU-D において災害に強い情報通信技術の国際的標準化活動も積極的であり、ITU 賞受賞に結びついた点は高く評価できる。
- ITU-D での標準化を利用し、本活動の成果を展開する枠組みとして効率的に活用している点、日本の経験を共有しグローバルでのリスク低減に寄与していることを評価します。

###### (改善すべき点)

- 国際連携等でリーダーシップを発揮するためにも、標準化活動を積極的に継続されることを期待する。
- 作成したガイドラインが一般市民レベルまで浸透するような内容(例えば、避難誘導、安否情報、外国人対応情報等)を含んだ標準的なガイドラインの策定が望まれる。
- 社会実装上はデファクト的な標準化も重要であるが、可能なら国内・国際標準をさらに意識した検討も望まれる。
- 耐災害の機能の標準化についても取り組んでいただければと思います。大規模災害では、多くの機関の方々が参加されますが、ad-hoc ですが簡単に ICT 機能を接続、展開できること

で、スムーズな災害対応が可能になると思います。国際的な救助活動では重要な取り組みではないかと思えます。これらは、国内においても異なる機関同士での連携にも重要であると考えられます。

## 5. 国際展開

### (1) 評点評価

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- APT Collaboration Research Project や ASEAN IVO など、国際展開活動を行い、研究開発成果の国際的普及を行ったことは評価できる。
- 本研究センターで開発された、NerveNet、DISANA/D-SUMM、小型光ハブはシステムレベルから応用レベルまで世界的にも技術と実用性が極めて高く、国際的にも十分展開できると考えられる。また ITU-T、ITU-D における標準化活動をさらに展開していくことにより、この分野において世界の主導的役割を果たすものと期待できる。
- 国内外の競争・競合関係をしっかり把握しており、役割分担もよく考えられている。
- 海外の取り組みに参加し研究開発技術の展開を行っていることを評価します。特に、ASEAN など災害が頻繁に発生する地域と連携している点は重要な取り組みと考えます。

#### (改善すべき点)

- 日本企業の国際競争力強化につながるよう、さらなる国際展開の取り組みを期待する。
- 日本は災害大国であり、これまでの災害の実体験や実経験から得られた知見は他の国に比べて大変多いと考えられる。このため研究は、社会実装や実証実験への展開活動が中心となるため、既成の学会 (IEEE 等) では国際ジャーナルや学術論文になりにくい点があるが、国研として、世界にアピールできる耐災害情報通信ネットワークや耐災害情報システムの研究開発を継続的に進めるべきである。
- 海外の同様の取り組みとの連携を行っていただけると良いと思います。また、そのような取り組みが行われているのであれば、成果として記載いただけると良いと思います。

項目	(6) サイバーセキュリティに関する演習
----	----------------------

## 1. 目的・目標

### (1) 評点評価

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- サイバーセキュリティは基礎理論的なこともさることながら、日々動いている現場の実情に照らした演習を研究や開発に活かすことも重要である。その観点から、公的研究機関として唯一の専門分野を有する NICT がセキュリティオペレーターからセキュリティイノベーターの育成まで視野に入れた目標をもって実践的なトレーニングを目的としていることは極めて高く評価できる。
- いままで NICT の研究活動により蓄積してきたサイバー攻撃に関する知見や技術を切り出し、国の行政機関や重要社会機関事業者に対する有意義な演習を目標にしている。また NICT による独自の先端的な研究に基づく対象者に応じた演習シナリオを用意しており、対象者のサイバー攻撃への対応能力向上に向けた取り組みを目標にしている。さらに実施計画、進捗状況においても、実践的なサイバー演習を精力的に実施しており、平成 30 年度については、3000 名以上の受講者を輩出している実績がある。
- 我が国のサイバーセキュリティの技術者の底上げに多大な貢献をしている。
- 若手セキュリティイノベーター育成事業「SecHack365」は既存の技術者人材育成の枠にとらわれないきわめて柔軟性のあるプログラムであり、注目に値する取り組みであると評価します。このプログラムの真の成果は修了生コミュニティの活動としてあらわれると思います。今後長期視点で、修了生に対するサポートをぜひ充実されることを期待したいと思います。

**(改善すべき点)**

- 人材育成に関する事業は継続性が重要だと考えられる。事業を継続するための枠組みの構築についても考慮すると良い。
- 演習項目等の細分化とアップデートの仕方の最適な方法を検討してほしい。

## 2. 演習の実施

### (1) 評点評価

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 公的機関であることの強みを生かして、地方公共団体や行政機関向けコースも作り、最も啓発が遅れがちな対象に取り組んでいることは NICT ならではのことであり、高く評価したい。今後の継続も可能になることが望まれる。
- まず第一に公的機関の方々を中心に平成 30 年度については、3000 名を育成していることが評価できる。NICT はサイバー演習のためのコンテンツを作るための最新のサイバー攻撃に関する情報や情報システムに関する情報、組織に関する情報を NICT 内に持っており対象者に合わせた良いコンテンツを作成する技術を蓄積している。さらに NICT は SecHack365 等の後進の育成にも注力しており、後進に対しても良い刺激を与えることに成功している。
- 演習実施の場所を見学したところ、一人一人の対応とグループでの対応とうまくバランスしているのが良い。
- 実践的サイバー防衛演習「CYDER」において、演習自動化システムの開発がなされるなど、演習の実施のみならず、その質と効率向上のための取り組みがなされていることを評価いたします。受講者拡大のための周知・広報活動については、総務省や NISC との連携強化を期待いたします。

#### (改善すべき点)

- 今後さらに NICT のサイバー演習のためのコンテンツで演習の受講生を増やしていくべきであるが、30 名程度という限りある NICT の職員が直接講師になり教えているのでは演習回数やその受講生の人数に限界がある。
- 枠組みそのものを作るのは相当な労力が必要なのは推察できるが、今後は受講者が講師と

なり演習の開催等に貢献することができる仕組みを作るようにして欲しい。その場合もCYDERに相当する演習環境が利用できるのが望ましい。

- 一方、サイバー演習のためのシナリオ等のコンテンツは NICT が作成するための良い条件が整っており注力して提供すべきである。
- 広報活動をもっと積極的に行ってもよいのではないか。
- 説明資料に主要論文の記述がありますが、本文中にこれに対応する活動の記述がみられません。学術的な活動がなされているのであれば、その方々のモチベーションアップのためにも、そのような活動を計画の中できっちり位置付けて、論文をその成果として記述されてはいいかがでしょうか。

分野評価委員会  
単年度(平成30年度)  
実績評価



分野評価委員会  
センシング基盤分野  
評 価

項目	(1)リモートセンシング技術
----	----------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 年計画と同様。 (2 偏波レーダーの開発、放送波の遅延から水蒸気量を逆算するなど、工学的な手段から、学術的にも意義ある結果を導いた点を評価する。)</li> <li>これらは実世界での成果であるが、今後、異分野データも含めた、ビックデータ解析(AI も駆使)から、これまで見えなかった観測手法が開発される可能性を広く示している。</li> <li>国際水準については、学術的な競合、主導などの状況が報告されている。同様に、特にサービレベルで社会実装の進み方についても、国際比較が見たい。</li> <li>組織内協働に加え、国研として、大学や他研究機関、海外との協働、競争、Funding 機能、民間との橋渡しも求められる。これらの多彩な役をこなしている努力を評価したい。)</li> <li>近年の日本のイノベーションへの要求において、実データを収集するセンサーは日本の優位性を決める技術として認知されている。 広範な技術、計画のそれぞれの価値は高く、Cyber Physical System の中で主役となる実データセンサー技術の独走を期待したい。</li> </ul>
---

- 災害やオリンピックなど、計画とは異なる要因で、テーマの優先度が変化するであろうことは、想像できる。科学的意義は、変わらない。
- テラヘルツ波衛星リモートセンシングのための電磁波伝搬モデル の開発など。
- データ解析手法の開発、公開
- 衛星からの放射計観測データ解析技術の標準化とその公開を高く評価する。
- non-LTE テラヘルツ電磁波伝搬モデルの開発を学術論文として発表するなど、学術的に優れた成果をあげた。
- また、電磁波応用総合研究室では、THz 波と近赤外領域のトモグラフィー技術を融合する研究やホログラム印刷技術を用いた光学素子の開発など、注目される研究が進められている。
- Non-LTE テラヘルツ帯電磁波伝播の論文化とコード公開を評価した。ホログラムの Opt. Letters 論文。

**(改善すべき点)**

- 近年、地震、水害、風害、核汚染など特に増え、特に H30 年度は、きわめて多くの災害が起きている。この災害時の観測データは、世界的にも貴重なもので、研究所が開拓するセンシング技術や手法のモデルの発展、有効性の検証に、かけがえのない財産となる。災害データを活用できることをチャンスとして捉え、得られたデータの解析に、予算エフォートをつぎ込む必要があり、ひいては多くの観測が電磁波を用いるものであることから、研究所の価値の発信つながるので、努力してほしい。
- 短期的にはオリンピックを控え、5G 通信をはじめ、電磁波はますます一般の方に身近になるここ1-2年である。電磁波の有用性を説明する好機でもあり、成果発表を意識してほしい。
- 一般論としての指摘であるが、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌へ投稿をさらに増やしてほしい。
- 引き続き学術誌などに積極的に成果を論文として報告してもらいたい。
- 28-30 年度で述べたものと同様である。  
(電磁波応用総合研究室、テラヘルツ研究センターを除くと、論文の成果がやや弱い。技術立証は論文化まで持っていく努力が必要である。)

## 2. 社会的価値

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 社会的価値は、想像する側面が多いが、社会実装を経て本当に検証されるものである。
- 地上レーダー、航空機 SAR、非破壊センシングなどは、その意味で実証、実装が始まるので、技術移転により価値が見直されるよう、万全の取り組みを期待したい。
- そのための準備はできたと評価できる。
- センサーで取得した実データに基づく CPS が、Society5.0 の心臓部であり、海外の社会データ中心の CPS に勝る点と認識されている。ここ数年が、その証明をする好機であり、応援したい。
- マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)に関する研究開発においては、レーダー性能評価後、7 月下旬より運用を開始し、2,000 人のモニターに対してゲリラ豪雨の直前予測情報の実証実験を実施した点。
- テラヘルツ波衛星リモートセンシングのための電磁波伝搬モデルの開発においては Non-LTE テラヘルツ電磁波伝搬モデルのコードをフリーで公開予定である点。
- ゲリラ豪雨の直前予測情報配信の社会実験
- 衛星からの放射計観測データ解析技術の標準化とその公開を高く評価する。
- ゲリラ豪雨の直前予測情報の実証実験、豪雨情報の精度向上など、社会的に価値の高い成果をあげている。

- フェーズドアレイレーダの応用によるゲリラ豪雨現象の直前予測、テラヘルツの non-LTE 電磁波伝播コードの配布、関東での地上デジタル波から水蒸気量データ同化。

**(改善すべき点)**

- テラヘルツ関係の進捗は研究的な側面も強いが、社会からの高い期待に応えている。
- ホログラム印刷技術 HOPTECH は、自動車産業の激変をチャンスと捉え、社会実装を進めてほしい。
- 土木建築インフラは、標準化で産業の国際競争力に大いに差が出る産業である。研究者の人数は限られているが、地震大国日本のお家芸とすべく、診断、センシング技術、試験装置実現などへ、国土交通省、経済産業省、内閣府をリードして欲しい。
- 防災・災害対策面での他機関との一層緊密な協力関係の確立
- 28-30年度と同様である。  
(A と判定されていない項目(項目 2、3、5、7、8、9、10 以外)では社会的価値が客観的に認められる成果を挙げる努力が望まれる。)

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 中間報告と同様に極めて順調で、多くのテーマが、研究のクリティカルなフェーズを超えた感を持つ。
- 技術移転や実装のステージに入ったテーマも多いが、研究者として新規の挑戦計画は、中期計画の年度区切りとは別に、並行して策定する必要がある。  
また衛星打ち上げなど影響の大きい要素もあるので、計画の柔軟な修正、進化が必要である。
- 近年、特に H30 年に、は大きな災害の頻度が高まっている。年度計画で吸収していると思われるが、長期計画の中で柔軟に迅速に社会実装を進めていることは、評価できる。
- マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)に関する研究開発とその社会実装
- 地上デジタル放送波を利用した水蒸気量推定技術の実証 ほか
- 実施計画通りに実証実験が始まった点
- ゲリラ豪雨の直前予測情報配信の社会実験
- 研究開発の成果を社会に還元しようとする十分に高い姿勢を取っている。  
電磁波応用研究室においても、成果を社会へ還元しようとする姿勢を取っている点を評価する。

- ゲリラ豪雨早期探知システムの実証実験、開発した非破壊検査技術の社会実装など、研究開発の成果が社会実装につながる取り組みが進められている。
- フェーズドアレイレーダの応用によるゲリラ豪雨現象の直前予測、テラヘルツの non-LTE 電磁波伝播コードの配布。非破壊イメージング技術移転。

**(改善すべき点)**

- 非破壊センシングの社会実装の進捗は、どのようなものか？地震などが大きく安心を揺るがしており、建築物インフラなどの維持管理の難しさ、不正の発生など、その役割の拡大、緊急ニーズはどんどん大きくなっている。
- 近年、地震、水害、風害、核汚染など特に増え、特に H30 年度は、きわめて多くの災害が起こっている。この災害時の観測データは、世界的にも貴重なもので、研究所が開拓するセンシング技術や手法のモデルの発展、有効性の検証に、かけがえのない財産となる。災害をチャンスとして捉え、得られたデータの解析に、予算エフォートをつぎ込む必要があり、ひいては多くの観測が電磁波を用いるものであることから、研究所の価値の発信つながるので、努力してほしい。
- 短期的にはオリンピックを控え、5G 通信をはじめ、電磁波はますます一般の方に身近になるここ1-2年である。電磁波の有用性を説明する好機でもあり、成果発表を意識してほしい。(再掲) 順調に推移しているが、資料から当初計画からのずれ(追加、遅れ、早期終了など)は、読み取れるか。記載の計画は、すでにこれを反映したものか？
- 実施計画によると今年度からいくつかの項目で実利用が始まることになっているが、最終年度まで「実用化検討」のままのものがある。また、はっきりと「実用」と示されていないものもある。

項目	(2)宇宙環境計測技術
----	-------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 3年評価と、同様。

(太陽フレア予測モデルを科学的意義が高いと自己評価している。その卓越性(独創性、精度、時間的先行性、感度)など、TSS の具体をより宣伝してほしい。

また蓄積データの変換で公開への道を拓いた業績も、オープンデータへの取り組みとして大きい業績。

- 分野の特徴でもあるが、各項目が、学術的研究と社会実装とにそれぞれ隔離している。
- 実運用を担うテーマ以外は、モデル化そのものが物理現象の理解、解明と表裏一体であり、科学的意義と考えられる。)
- モデル化の更新による高精度化は、物理現象の理解を深めることに寄与している。
- 太陽活動活発期におけるピーク電子密度分布が高精度で予測可能になった点
- 複数衛星のデータを利用した放射線帯電子分布 2 次元可視化システムの開発
- 全大気モデル GAIA は、これまで主として気象データの同化を行っており、電離圏の実観測データは同化の対象ではなかった。平成 30 年度にはカルマンフィルタを用いた電離圏データの



同化の研究を開始しており、この研究取り組みは評価できる。

- GAIA の高精度化、リアルタイム可視化などを進めた。
- 複数衛星のデータを利用した放射線帯電子分布 2 次元可視化システムを開発した。
- 複数衛星を組み合わせた放射線帯電子 2 次元可視化システムの開発は評価できる。太陽フレア予測研究の *Astrophys. J* への掲載。URSI young scientist award 受賞。

**(改善すべき点)**

- 日本における SDGs や、科学の社会貢献や持続ある発展への寄与の認識の浸透は、ここ 3 年程度であることを考えると、中期計画策定時よりこの分野の研究の宇宙環境、地球環境への貢献を、一般の方へより強く発信してゆく好機と言える。ぜひ重要性の説明情報発信に努めてほしい。
- GAIA の高精度化で、見える化は有効であるが、「観測との差が格段に改善」は、現象を理解できた意味では評価できるが、どのくらい効果があるのか社会生活での表現で分かりやすい説明ができるか？
- 一般論としての指摘であるが、日本の学術状況を鑑み、国際的な学術論文誌へ投稿を職員全員の協力および海外も含む共同研究の推進によってさらに増やしてほしい。
- 引き続き学術誌などに積極的に成果を論文として報告してもらいたい

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ①から④の多くのテーマで、素晴らしい「社会実装」成果を出している。  
一方⑤ではセンター運営の貢献が高く評価されているが、「社会的価値」との区別も難しい。
- ICAO 宇宙天気センターの選考について、豪州・仏・加との連合としてグローバルセンターに選出された点など
- ICAO 宇宙天気センターのグローバルセンターに選出
- 太陽フレアの発生予測モデルの実運用システム構築を評価する。
- ICAO 宇宙天気センター。

### (改善すべき点)

- 3年評価と同様。  
(太陽風モデルの的中率などが述べられているが、この分野でのすべてのモデルに予報の的中率などを共通指標とできるのではないか。  
初めて開発されたモデル、組み合わせにより初めて可能となった予報などもあるが、これらではその妥当性の評価は今後という理解で良いか？
- 社会的価値を的確に評価するには、バブルモデルの高精度化の効果についても、グラフの一致度はわかるが、精度の実用的な意味の説明が欲しい。

- 磁気圏シミュレーターの予測精度の、実用的な意味が欲しい。
- 宇宙天気予報における、「フレア発生率の的中率」の定義など、説明が欲しい。
- 宇宙天気予報の社会的な意義を幅広く(一般市民に)発信してもらいたい
- 宇宙天気予報をもっと身近にするために、「フライト被曝量予報(仮称)」を始めてはいかがだろうか。例えば、今日、東京-ニューヨーク間を飛行したらどのくらいの被曝を受けるのかを予報するサービスである。特に太陽フレア活動が激しくなった時には注意報や警報を発するなどすれば、研究自体に社会的な関心は集まるし研究の価値も高まるはずである。
- ICAO 宇宙天気センターのグローバスセンターとして選出され、航空機の安全な運用などに貢献している。
- 宇宙天気に関する国際会合の主催など、国際レベルでの連携活動を進めた。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 3 年間の評価と同様。  
(実装の評価尺度の一つとして、標準化への寄与が挙げられる。国際的な標準化コミュニティにおいて、リーダーシップを務めていることは、高く評価したい。  
これを国内、所内での評価軸に対応する軸を設けることが組織の役目でもあり重要である。)
- ④から③までは、学術的科学的意義が大きい貢献である。
- ④から⑤まで、ユーザー視点でのサービス、ITU-R など国際標準化での重責を担うなど、NICT でなければ難しい業務、運用をとうしての社会実装は、高く評価すべき。)
- H30 年前後は、宇宙天気観測の信頼性向上(冗長系の追加)、副局の追加など、運営上は極めて重要な取り組みがなされている。
- 深層学習フレア発生確率予測モデルの実運用システムを開発し、予測モデルを無償公開する点
- 宇宙天気予報センターについて、情報システムグループ管理サーバーへ完全移行し、ウェブサイトをリニューアルした点
- 宇宙天気予報センター副局を未来 ICT センター(神戸)に構築する点 など
- GAIA の高精度化などへの注力

- 宇宙天気予報のウェブサイトのリニューアル
- 民間航空分野の国際的な宇宙天気サービス構築に対する貢献を高く評価する。  
宇宙天気サービス拠点の二重化(神戸 ICT センターへの服局の整備)は重要であり、高く評価できる。
- 電離圏のリアルタイム数値予報の開始準備、深層学習を使った太陽フレア発生確率予測モデルの無償公開、宇宙天気予報センターのウェブサイト更新など、研究開発成果の社会実装が進められ、利用者にとってさらに使いやすい情報提供が実現された。
- GAIA への極域電離圏効果の組み込みと、カルマンフィルタ実装による高精度化。リアルタイム数値予報準備は重要性が高い。深層学習法の導入による太陽フレア発生予測モデル開発、宇宙天気予報センター副局を未来 ICT センターに構築は評価できる。

**(改善すべき点)**

- この分野での予測精度、リアルタイム性における時間遅延の程度が、一般には分かりにくい。
- NICT 内のビックデータ利活用研究所との連携もあるであろうが、程度は如何か？
- 宇宙天気予報の広報活動をさらに強化してはどうか？(民間への情報提供や民間との共同イベントなども視野にいれては？)
- 宇宙天気予報について、どのような利用者がどのような目的で使用しているのか(利用状況)を具体的に示してもらいたい。
- 「フライト被曝量予報(仮称)」を始めれば、必ず社会的な関心は高まるはず。

項目	(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)
----	----------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

(評価する点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 平成 30 年度は、光格子時計や⑥無線での時刻同期網構築など、十分な成果を示すことができたと思われる。</li> <li>• Sr 光格子時計が国際承認を取得し国際原子時計調整への貢献を開始。欧米機関と光格子時計データを統合して暗黒物質探索を行い論文化。10 日間にわたり 20 時間/日以上 of 長時間運転を実現。</li> <li>• 二種類の光領域原子時計の周波数比測定</li> <li>• イタリアとの光格子時計周波数比較</li> <li>• 光格子時計を長時間にわたって安定動作させ、世界最先端の精度を達成した点が特に高く評価できる。</li> <li>• 欧米の機関と光格子時計データを統合して、暗黒物質探索研究を行い、論文として発表するなど、学術研究の基盤としても大いに役立っている。</li> <li>• In<sup>+</sup>イオン光周波数標準と Sr 光周波数標準との周波数比を世界で初めて測定したり、日本とイタリアの間で VBLI リンクを確立して Sr-Yb の周波数比較を世界で初めて実現するなど、優</li> </ul>
---------	---

れた学術的成果も生んだ。

- 国際協力のもと、光格子時計データから暗黒物質探索を行い、Science Advances 誌に掲載されたこと。光格子時計技術の長期運用と Opt. Express 誌掲載。

**(改善すべき点)**

- 一方、衛星を用いた研究の一部は、外的要因として打ち上げ延期などの影響を受けるため、研究力の維持のために計画の複線化や、骨太な研究計画を用意しておく必要性が顕在化している。科学的意義は長期的なもので影響は少ないにしても、研究者のモチベーションは影響を受けるため。
- 時計遷移周波数の測定精度を高めることに対する「絶対的」な科学的意義を意識しつつ研究を進めてもらいたい。(絶対的な意義など無いのかもしれないが…)
- 上記(国際協力のもと、光格子時計データから暗黒物質探索を行い、Science Advances 誌に掲載されたこと。光格子時計技術の長期運用と Opt. Express 誌掲載。)以外の項目でもぜひ論文化まで努力して欲しい。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 1 年の研究の評価軸として社会的価値は、あまり意味を持たないかもしれない。  
一方、例えば GPS や正確な時刻情報に支えられる自動運転や繋がる車など Society5.0 でこれまでにない動きが普及すると、一般レベルで科学技術の重要性の理解が高まることが期待される。その時までのしっかりとした研究継続の姿勢は評価される。
- Sr 光格子時計で 10 日間にわたり 20 時間/日以上 of 長時間運転を実現。
- BIPM との共同研究により VLBI が GPS 搬送波位相比較より高確度であることを確認。また鹿島-イタリア-小金井間の VLBI リンクを確立し、Sr(NICT)-Yb(イタリア)の周波数比較を実現(世界初)。
- ハイパワーモジュールを利用して小金井-田無間の水蒸気計測に成功。
- 日本標準時の安定的な生成・供給、および非常時に備えた分散拠点の整備
- イタリアとの光格子時計周波数比較
- 高精度な時刻同期網の構築
- リモートセンシング分野との連携によって大気中の水蒸気量の測定技術の開発に成功した点も高く評価できる。
- 開発した Sr 光格子時計の長時間運転を実現するなど、技術の社会的価値を高め、確実にしていく成果が得られている。



- Sr 光格子時計の国際原子時調整への貢献、長時間運用達成、無線双方向技術を水蒸気計測に応用した点を評価。

**(改善すべき点)**

- Science for Science と並び、Science for Society、 Science for Policy が掲げられている。時空標準技術の卓越した成果の情報発信として、Science for Society の観点でともに方法を考えたい。
- 精度の高い時計(時間・周波数標準)の新たな社会的価値の創造についても検討してもらいたい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	B
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 論文や標準化成果が着実に上がっており、評価できる。
- 神戸副局での定常的な時系生成を開始した点
- 供給についてもシステム構築が完了して本部大規模被災時のバックアップ機能を確保した点
- 日本標準時の安定的な生成・供給、および非常時に備えた分散拠点の整備
- 時刻集蓮標準の副局を神戸に整備した点は、標準の安定運用に資する点で高く評価できる。
- 日本標準時システムに神戸副局を追加して冗長性構成をとり、耐災害性や信頼性を大幅に向上させた。
- ハイパワー版ワイワイモジュールを試作して NICT(小金井)と一田無タワー間で待機屈折率変動計測を行うなど、周波数標準技術の利活用拡大のための研究開発を進めた。
- 項目1の神戸副局における定常的な時系運用による災害時バックアップ化を重要な社会実装として高く評価した。

#### (改善すべき点)

- 研究成果の原理と成果の意義を社会(一般的に)分かり易く説明することが、重要である。成果を上げるために、試作など企業の協働が必要であるが、橋渡し機能の一つとしてそのようなパートナーの育成、支援も必要であろう。記載は少なかった。

- 精度の高い時計(時間・周波数標準)の新たな社会的価値の創造とともに、社会実装(商品化?)についても検討してもらいたい。

項目	(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)
----	----------------------

## 1. 科学的意義

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 5年計画において、どの1年を切り出しても、標準化、規格策定のフェーズはあり、単年度と3年度の評価に差はない。高い評価が妥当である。
- 日本で機運が高まっているミリ波帯の利活用に対応し、この周波数帯での規格化リーダーシップをとりつづけることは重要である。
- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得し、詳細な人体ばく露特性を評価し、ミリ波帯への人体ばく露防護に関する国際ガイドラインおよび国内規制の根拠データとして採用。ミリ波・テラヘルツ波帯に適用可能な様々な体型のメッシュ構造数値人体モデルを開発
- メッシュ構造数値人体モデルの開発
- ミリ波～テラヘルツの電磁波に対する人体モデル開発は高く評価できる。
- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得して、詳細な人体ばく露特性を評価した。
- テラヘルツ帯と生体組織の相互作用解析(Biomedical Optics Express 誌)は、基礎的知見として重要である。

**(改善すべき点)**

- 論文成果を増やす努力が、標準化にも必要である。
- 専門外なので正確には判断ができないのだが、「そこにあるモノを測定している」場合が多く、「新しいモノを生み出す」といった感じがほとんどない。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

**(評価する点)**

- 要請に妥当に応えている。
- H30 の研究開発の特徴は、先端 EMC 計測では、測定的高速化、効率化を図ったシステムや機器、サイトの開設であり、生体 EMC では移動体通信の進展に対応し高周波数化、広帯域化、携帯機の異なる使用環境に対応する技術開発である。  
いずれも、電波産業や国際競争力に直結するインフラを為すものであり、国際協調をはかるとともに、学術的に合理的な基準や測定法で世界の信頼を得ている点を評価する。
- 産業的な貢献と同時に、学術的な卓越性をどのように示すかが、国際戦略では重要であり、地道で着実な論文文化も重要な業務であり、継続してほしい。
- 国際規格(ISO/IEC 17025:2017)に適合したマネジメントシステムを新たに構築し 登録申請。合わせて、4K/8K 放送受信設備等に必要な 75Ω 系の電力計較正系を新たに申請、審査を受けた点 他。
- ミリ波帯までの生体組織の電気定数データを取得し、詳細な人体ばく露特性を評価し、ミリ波帯への人体ばく露防護に関する国際ガイドラインおよび国内規制の根拠データとして採用。ミリ波・テラヘルツ波帯に適用可能な様々な体型のメッシュ構造数値人体モデルを開発中 他。
- 電波法に基づく較正サービスの着実な実施及び新較正サービスの開始

- ミリ波帯までの詳細な人体ばく露特性の評価、ばく露保護に関する国際ガイドラインへの貢献
- メッシュ構造数値人体モデルの開発
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発、国際規格策定への貢献、評価法の国内標準への貢献
- ミリ波～テラヘルツ電磁波の人体ばく露防護指針の提唱は高く評価できる。
- ミリ波における生体組織データベースを公開予定であること、医学分野で利用が見込まれること、WPT、5G に関する成果は IEC 文書へ反映され、国際規格へと進んでいる。

**(改善すべき点)**

- 3 年評価に同じ。  
(業務の変化の速さに対応し、テーマも課題対応となっており、価値のある研究テーマを提案、探索するのは、致し方ない。当面はこの状態が続くものの、将来は、学問的立場からの測定法や規制法のあるべき姿の提案などへと進化させてほしい。)
- 「新製品/新規格登場→安全性評価→規制/基準策定」という流れの中では、現状を大きく変えることはできないのではないか。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

**(評価する点)**

- 3 年計画の評価と同様。十分に評価できる。  
(規格策定、標準化への反映が社会実装と考えると、高く評価できる。生体電磁環境の研究には、科学的根拠を示し一般の誤解を解消することなども重要な課題となっている。)
- 5G、WPT の電波防護指針適合性評価技術を開発し、5G に関する IEC 技術報告書 に反映。国際規格策定に貢献するとともに、5G の適合性評価方法の国内標準(情通審答申)に貢献。さらに、4G/LTE 携帯電話端末の適合性評価方法の改良(高速化)を検討中。
- 電波法に基づく較正サービスの着実な実施及び新較正サービスの開始
- メッシュ構造数値人体モデルの開発
- 5G 等の新無線システムの電波保護指針適合性評価技術の開発、評価法の国内標準への貢献
- 新しい携帯電話の使用電波に対する防護指針の提唱と標準化は高く評価できる。
- NICT で電力計較正サービスを実施、ISO17025 規格適合審査申請中であること、5G 無線端末に対する人体防護規制導入、国際的規制にも反映される見込みであること。

**(改善すべき点)**

- 生体 EMC では、周波数の上昇、これまでにない機器の使用方法に応えると同時に、現行の



熱作用を基にした影響評価の対極として非熱作用の影響も念頭に置く必要がないか、確認を続けてほしい。

- 「新製品/新規格登場→安全性評価→規制/基準策定」という流れの中では、現状を大きく変えることはできないのではないか。

分野評価委員会  
統合 ICT 基盤分野  
評 価

項目	(1)革新的ネットワーク技術
----	----------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- Machine Learning による 5G Network Slicing の自動化など ARCA 関連は、注目の分野で先導性を評価する。
- CCN ベースの高品質リアルタイムストリーミングは、CCN のメリットの例をうまく示しており、先導性を評価する。
- ARCA の拡張でユーザの資源要求棄却を 30%削減できる見込みを得たこと、5G におけるスライシング技術の自動化、Suspension-Chain Model の詳細設計、「マルチキャスト網トレース (Mtrace Ver.2)」の IETF 標準化文書(Proposed Standard RFC)等、良い成果が出ている。再構成の際、10 万のノード下で 5 ミリ秒以内に適切な処理リソースを発見可能とするネットワーク内データフロー処理方式も有益な成果と考える。
- ネットワーク内キャッシュ保護のため、ICN ルータ間認証機能のための Suspension-Chain Model の詳細設計
- ネットワーク資源配分自動調停技術における資源要求棄却率の削減の実現に関しては、主要国際会議に採録されており、技術面で先導的な立ち位置を確保できている。
- 新しいネットワーク構築に向けて、ネットワーク自動制御技術や情報流通技術に関して新概念が提言、基本設計がなされ、学術論文や ITU 受賞されており評価に値する。
- リソース割り当ての自動化フレームワークの実証、ICN と符号化を組み合わせた信頼性向上手法を提案、実装、評価している点を当該年度の成果として高く評価する。

(改善すべき点)

- ARCA の拡張アルゴリズムで資源要求棄却率を 30%削減した成果は評価できます。そもその数値目標とその程度が明確化されていない点は少々残念です。
- NW 分野での AI 応用は、一般的に成果も出ており、評価します。一方、実装結果として「よい答えが出た」「効率化された」的な成果になりがちで、本質的な意義や技術の発展性など普遍的な価値を示すことが容易ではありません。AI の応用を積極的に進めていくために、AI 適用研究に対する「科学的意義」をどのようにして評価するのか(しないのか)の考え方が不透明であると感じました。
- なぜスライスを使うのか、なぜエッジコンピューティングを使うのか、なぜ AI を使うのか、なぜ ICN なのかを哲学的な観点から説明できる必要があると思う。IEEE SIGBDIN (SIG on Big Data Intelligent Networking) の立ち上げに成功しているので、新たな研究領域を創造するための国際的なコンセンサスを得る際に、その辺の理論武装が必要と考える。その場合、単なる効率向上ではなく、この技術でないとできない課題を提案できる必要があると思う。
- 提案方式の実用化に向けて、標準化活動での成果が見えたら良かったと考えられる。
- このフレームワークを活用するためのインタフェースについての検討を、外部機関等と連携して進めるために、それらをドライブするための研究開発の課題設定を期待する。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- IoT エッジコンピューティング基盤に関する研究開発は、一般的には社会的要請の背景がはっきりしており、価値につながる。
- (非 IP NW の社会実装が見込めているわけではないが) ICN におけるユーザとコンテンツの分散管理機能は、(明示的に記述はされていないが) インターネットの持つ社会的課題にリンクしており、1 つの課題解決アプローチとして評価できる。
- 科学的意義での評価に加えて、インフラ層において低遅延応答を維持可能なクロスレイヤ制御に基づくモビリティ対応手法を設計・実装、5G におけるスライシング、DAS2C 設計、Cefore ハンズオン、CUTEi の機能拡張と欧州 GEANT への接続等、社会展開を考えた研究成果が出ている。新たな研究領域の創造に向けた国際的なコンセンサスを得る IEEE SIGBDIN (SIG on Big Data Intelligent Networking) の立ち上げも戦略としては正しい。
- 5G におけるスライシングの自動化技術、ネットワーク内符号化によるエラー訂正やデータ信頼性向上を実現するトランスポート機能の設計は、社会実装的にも将来つながる可能性がある有益な成果であると思われる。
- 新しいネットワーク構築に向けて、ネットワーク自動制御技術や情報流通技術に関して新概念が提言、基本設計がなされ、それらの成果は論文発表、国際機関への提言などで社会的展開が図られた。
- 国際的なコンセンサスをとる標準化活動の場をスタートすることができたことは、本研究開発の将来性を示しており、本活動の意義を裏付ける成果と理解できる。また、標準化文書への貢献を含め、本活動が国際的に理解を進め、成果展開を着実に進めている点を高く評価する。

**(改善すべき点)**

- IoT エッジコンピューティング基盤は、「膨大な数の処理が必要」という抽象課題に対して「10 万ノード、5ms 以内にリソース利用効率向上策を発見」の成果を課題解決の解として出しています。社会課題ベースの目標(数値)設定がなされていないため、これがどんな社会課題解決になるかの主張が十分にできていない。
- ARCA など NW 構築制御自動化関連の社会的価値をどのように主張できるかは、研究テーマ的にかなり難しいといえる。NW の効率的運用は社会課題の解決というより技術課題や NW プロバイダーの課題に近い。(それが本テーマとして筋が良いかは別として)NW 安全性のような社会課題にリンクする形でテーマと目標設定がなされていれば、社会課題解決への貢献を直接的にアピールできる。
- 科学的意義の改善すべき点を参照。2018 年の違法漫画サイトの問題を例にすれば、財産権(著作権法)と表現の自由を両立できないのが今のネットワーク。ネットワーク上で様々なビジネスが行われるようになった今日、ビジネス遂行のため物理世界で作った法律と、サイバー空間でのそのビジネス遂行には当然矛盾が生じる。物理空間のようにビジネスを独立に扱う仕組みを作り、地割したサイバー空間で各ビジネスに適合したプロトコルを開発していく時期になるのではないのでしょうか？
- ほとんどのテーマで、昨年度までに社会的価値が達成されており、今年度新たに追加された社会的価値が分かり難かった。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- IETF/IRTF や IEEE SIG への Contribution は実装に向けて必須の活動であり高く評価できる。  
実装ベースでの寄与を単発ではなく継続的に行なう地道な活動を今後も期待したい。
- Cefore ハンズオン、IRTF ICNRG での実装紹介、ICN グローバルテストベッドである CUTEi の機能拡張と欧州 GEANT への接続、IRTF での ICN 関係の RG ドラフト、IETF での Mtrace Ver.2 の標準化文書(Proposed Standard RFC)化などの成果が出ている。
- ARCA アルゴリズムの定式化の達成により、より汎用的な利用の普及につながる事が期待できる。
- ICN/CCNにおけるネットワーク内符号化機能要件、および CCNにおけるネットワーク内キャッシュおよび通信経路のトレースを行うプログラムが、ともに RG ドラフトに認定されている。また IETF ではマルチキャスト網トレース(Mtrace Ver.2)を RFC として認定されるなど、国際標準化活動に積極的に参加し、成果を上げている点が高く評価できる。
- 新しいネットワーク構築に向けて、ネットワーク自動制御技術や情報流通技術に関して新概念が提言、基本設計がなされ、それらの成果が国際会議や論文掲載、国際機関への提言、テストベッド実施などを通して外部発信などの展開がなされた。
- オープンスタック上にインテリジェントな制御環境を実装し評価した点、あらたな実証プラットフォームの計画などを立ち上げ、具体的なプラットフォーム上で開発技術の評価を積極的に行っている点を高く評価する。

#### (改善すべき点)

- ARCA や IoT EC などネットワーク構築制御自動化技術のアーキテクチャやアルゴリズムに関する研究について、論文的成果は高く評価する。しかし、その成果をどのようにして社会実装

に繋げるかの取組は必ずしも明確ではない。これらの技術の多くは事業者設備やベンダー製品として実装されるので、機構の成果を世に出していくための取組み「出口戦略」(成果の手離れ)の明確化が必要です。

例えば、プロジェクトで開発して実証に用いたソフトウェアを直接的に活かすのか否か。技術移転、連携、国際標準化、特許開示、フォーラム化、オープンソース、…等、出口アプローチは多様であり、テーマごとに適切な取組みを定める必要がある。

- ネットワーク資源分配自動調停技術、IoT エッジコンピューティング、5G におけるスライシング技術の自動化手法などは、JOSE、RISE のようなテストベッドに関連している。今のところエッジコンピューティングは JOSE と関係しているようだが、スマート IoT 推進フォーラムやテストベッド活用研究会などと連携して、社会に総合的にアピールしていることがテストベッドのプロジェクトと合わせて重要ではないか。例えば、AI データテストベッドをどう活用していくかは、両プロジェクトで考えていかないといけないと思う。
- 社会実装の定義が国際会議や論文掲載、国際機関への提言、テストベッド実施などと拝察される。ネットワークアーキテクチャの実用化達成のハードルは高いと考えられるが、標準化活動やデファクトがあるのかどうか不明であるが、3 年間で社会実装のある程度の目途が立っていれば、実際の実用展開の道筋などの記述があれば良かった。
- 外部機関と連携した取組みで、外部からの評価とそれに対する研究課題の再設定などのアクションも重要な営みであり、フィードバックとアクションを整理して報告されることを推奨したい。



項目	(2)ワイヤレスネットワーク基盤技術
----	--------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 海中無線の埋設物センシングの研究、実験評価。</li> <li>• 体内外通信位置推定は、(脳情報通信融合研究センターを含む)BMI 研究として評価する。</li> <li>• 同一時間、同一周波数で5ユーザを重畳伝送し、干渉除去により3.9ms以下の低遅延で分離する技術を、実際にフィールドで実証した。</li> <li>• 3GPP NRにおける目標(単一伝送時の成功率90%以上)を満たす「Configured Grant」によりデータ送信に要する時間を 3.9 ミリ秒以下にできることを確認した開発方式「STABLE」に基づき、3GPP 標準化(Rel.16)における標準化を推進していることは高く評価できる。また、実際に飛行している無人機の情報を利用し、開発した 3次元電波伝搬シミュレータの基礎評価を完了したことも評価できる。</li> <li>• 5Gネットワークの科学的意義を想定し、技術開発ならびに標準化に対応している点は評価できる。</li> <li>• ワイヤレスシステム研究室の低遅延・多数接続技術の実証実験で 3GPP が設定した目標を上回る性能が達成可能であることを示したことは評価される。</li> </ul>	
<p><b>(改善すべき点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “STABLE”の提案と 3GPP 寄与は評価するが、実証評価には不十分さを感じる。逐次型干渉除去は、各チャネルの CIR 分布(値と比率)に大きく依存する。そのため、『同一帯域同時利用 5 台(90%)、干渉処理遅延 3.9ms、換算した同時接続数 162 万台/km<sup>2</sup>』の革新性を示すには至っていない。</li> </ul>	

- 『5G 自営マイクロセル／RoF と公衆網併用の高速鉄道への応用』に関しては、科学的意義で自己評価しているが、独創性や革新性が明確ではない。
- 関連分野である衛星通信分野と比較しても、論文件数が少ないように思われる。
- 国が推進するコネクティドソサイエティ実現に向けた研究開発テーマをより推進するよう、柔軟に研究テーマを取捨選択し、技術先導性を発揮されることを期待する。
- 科学的意義はどうかと言えば高いと評価できるが、その広がり、とくに今後その分野の科学的意義がどうなっていこうとしているのかについても考慮したうえで現時点の技術レベルはどうなのかという説明が欲しいと考えられる。
- ワイヤレスシステム研究室では高度な研究開発を実施しているが、主要論文が評価年度は十分でなく、国際的な論文誌での発表が望まれる。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 920MHz 帯特小無線の共存・高度利用に関しては、IoT 普及の社会的課題並びに周波数アクションプランにも記載される政策課題の解決に向けた研究活動として評価する。
- 複数ドローンの周波数共用・リソース割り当てに関しては、ドローンの普及促進という社会課題並びに必要な周波数資源という政策課題から評価する。ただ、科学的意義から自己評価されていることは疑問です。
- 安心・安全な社会の実現に向け、耐災害 ICT 研究センター中心に数多くの取り組みを実施している
- 3GPP RAN WG1 #88 会合、R1-1703788、WF on grant-free for UL URLLC において、国内事業者と連携し、Way Forward(共同提案)文書を提案し、合意を得る等の成果を得たことは評価できる。また、無線通信の工場内への適用について、ウェアラブル無線端末も含めた利用条件への検討を行うとともに、利用ガイドラインに関する標準化を推進する FFPA を中心として、セキュリティガイドライン作成に従事し、初稿を完成したことも評価できる。
- それぞれの研究の社会的価値が高いことは評価できる。
- ワイヤレスシステム研究室は社会的価値創造を念頭に 3GPP 等で成果の標準化に取り組んでおり、評価される。また、無線通信の工場内適用に関して、民間企業とのアライアンスを主導しており、活動内容が評価される。
- 耐災害 ICT 研究センターの研究開発した分散自営網が立川地区において実装され、第三者による継続運用まで実現したことは社会的価値創生の観点から評価される。さらに、不審船自動監視システムの検証実験も新たな社会的価値創生へ貢献可能な技術であり、評価される。

### (改善すべき点)

- (公衆網途絶を想定した分散自営網と対比して)『5G 自営マイクロセル/RoF と公衆網併用

の高速鉄道の応用』に関しては、前提とする社会課題・政策課題が不明確なため、なぜ当該技術なのか、どう課題解決するのが評価できない。また、物理網の切り替えを前提としながら、スライスによる論理網を仮定する(P.34)など目指すアーキテクチャがどう社会的価値創造につながるのかが良く判らない。

- 工場内無線について、標準化への取り組みを示していただきたい。
- サービスの多様化の視点から、政策に反映できる研究開発を行なって、NICT の社会的価値を一層高めてほしい。
- それぞれの研究の社会的価値が高いことは評価できるが、その技術の、ワイヤレス通信分野での広さに限りがあるようにも見える。

例えば、災害や地域ネットワーク構築は、国立研究機関が対応すべき技術分野ではあるが、現在の情報通信ネットワークでは、突発的なトラヒック発生、ネットワークの異常事態発生などは常に起きることであることから、異常事態そのものが広い技術課題であると認識し開発されている。災害や地域ネットワークという局所的ニーズに見えてしまうが、そこで開発される技術はより広範囲な課題を解決し得るので、アピール性も含めて、技術分野の説明を進化させていただきたい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 工場内無線環境に関する研究は、個別設計・実証的な内容で、成果の一般化や普遍化を図りにくい分野と言える。これをフレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)という出口設定をして進めている点を高く評価する。
- 公衆網の途絶を想定した公衆網非依存分散自営網(NerveNet)の実証は、省庁・自治体での訓練等の取り組みが評価できる。
- 3GPP への標準化活動を実施している。
- 既存広域網を介した論理的な地域自営網構築技術を活用して千代田区の拠点とも接続した、分散自営網を立川広域防災拠点に構築・導入したことは評価できる。
- 自ら研究自体、社会実装に向けた取り組みにまで広げていることは評価できる。
- ワイヤレスシステム研究室は社会実装を念頭に、鉄道事業者と共同で高信頼無線システムの実証実験を計画していること、さらに、Wi-SUN 技術の社会展開に取り組んでいる点が評価される。
- 耐災害ICT研究センターの研究開発した分散自営網が立川地区において実装され、第3者による継続運用まで実現したことは社会実装の観点から評価される。また、不審船自動監視システムの検証実験も新たな社会的価値創生へ貢献可能な技術であり、評価される。さらに、カンボジアにおいてシステムを構築し、現地の方を訓練し、社会実装への展開を考慮した活動を推進している点が評価される。

#### (改善すべき点)

- 同時送信フラッディング技術は、LoRa ベースを含め、既に商業開発ベースで行われており、機構での研究開発成果の出口が明確でないと感じる。
- 5G の自営マイクロセルと公衆網ハイブリッドでは、社会実装に向けた「出口戦略」(成果の手

離れ)が明確になっていない。

同様に、NerveNet のようなテーマについても、実証・訓練以降に、機構から技術をどう手離れさせて実用に供するのかの展望が必要。

- 民間企業への円滑な技術移転のためには、特許等により知財権が保護されていることも重要である。特許出願が少ないように思われる。あるいは、報告に盛り込まれていないだけかもしれないので、特許出願、取得数とライセンス数、標準数、特許数を一覧して報告していただくのが良いと思われる。
- 成果の社会実装と出口戦略に関しては更に具体的な戦略策定が求められる。また、実用化の際に不可欠となる運用保守に関する取り組みについても、検討を期待する。
- NICT の研究自体、完全に社会実装することには限界があるので、それをつなぐのが委託研究の活用であろうと考えられる。今後、社会実装という観点では、単に自ら研究を実用化できる技術レベルに引き上げるのではなく、自ら研究と委託研究をどのように位置づけ、それによってどのような社会実装を実現しようとしているのかを説明することが必要と考えられる。
- ワイヤレスシステム研究室の Wi-SUN 技術の拡張に関しては、1 企業への社会展開に留めることなく、より広い展開を目指した標準化等の取り組みに期待する。

項目	(3)フォトニックネットワーク基盤技術
----	---------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

(評価する点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 世界トップクラスの技術実証として、主に「先導性」の視点から評価できる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 228 空間多重伝送</li> <li>➢ 0.16mm ファイバ 1.2 Pbps 伝送</li> <li>➢ 体積ホログラムモード分離</li> </ul> </li> <li>• 38 コア・3 モード双方向伝送システムを開発し、ファイバあたり 228 空間チャンネル伝送の世界記録を達成、既存光ファイバとほぼ同じサイズの直径 0.16mm の 4 コア・4 コア・3 モードファイバを用いた 1.2 ペタ bps 伝送達成は、科学的意義が非常に高い。</li> <li>• モード多重信号の分離技術は、既存は位相板をモードごとに用意する空間光学系が主流であり、モード数の拡張性に難がある。その問題意識から性能改善のための体積ホログラムに着目しており、材料的に前例がなかった通信波長帯での実証は今後の実用化に向けて大きく性能改善の可能性を感じさせる。</li> <li>• 耐災害ネットワーク基盤の弾力的光スイッチングにおいて、大容量パケットのカットスルー制御によりノードスループットの向上を実現している。</li> <li>• マルチコア数世界最大の 39 への拡大、3 モード、双方向伝送の世界最高となるファイバあたり 228 空間チャンネルの実現、実用上重要なほぼ標準外ファイバで世界初となる 4 コア 3 モード、1.2Pbps 伝送の達成、空間モードへの展開においてキーとなるコンパクトな体積ホログラムを用いたモード分離系の発明と基本動作の実証、自動制御キャリア間相互接続によるネットワーク耐災害性の向上の実証など、科学的意義は十分と考えられる。</li> <li>• 空間多重でのモード分離など物理レイヤでの制御性、また、システムとしての実現手法にも</li> </ul>
---------	---

挑戦するなど、伝送技術のみならず、今後のネットワークシステムの方向性を取り入れたチャレンジとなっていること、また、引き続き世界でのトップデータを実証実験で示している点を評価する。

**(改善すべき点)**

- マルチコアスイッチに関しては、3 種類の技術を研究し 3 次元型と 2 次元型の両者を扱っている。また、それぞれの想定適用シーンも区分けしている。一方、モード多重分離については、体積ホログラムによる 3 次元型を実施している。想定している「マルチコアオール光スイッチングシステム」として、当該モード多重分離の想定適用シーンの位置づけが、計画上明確でない。(様々な適用シーンで本技術が優れているという主張なのかどうか)  
また、「②空間スーパーモード」で使用した 4 コア・3 モード多重分離デバイスとの関係性(研究の立ち位置)も不明確と感じる。
- 科学的意義、社会的価値は異論がないだろう。問題が社会実装するシナリオが弱い。メーカー等にこの技術をベースにした技術開発を促す企画力が問われている。
- 空間チャンネル 228 のマルチコア・マルチモードファイバは外径が  $312\mu\text{m}$  であり、大容量の記録改善の反面、ファイバの柔軟性が欠ける大きな課題がある。ファイバ材料の可撓性向上が実現されるかどうか、限界があるならば既存の性能限界の先に何をなすべきか、など必要な検討事項は多いように感じる。
- 災害に強いネットワーク技術において、想定されている災害の重症度に応じた研究課題がやや分かりにくい。
- 空間多重に分離、多重の技術によってこれまでの伝送技術とどのような改善がみられるのか、また、システム化に対してのインパクト課題設定などにも取り組むことで、より社会実装に向けた貢献が可能であり、このような評価軸での実証実験等での成果創出を期待する。



## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 暫定光ネットワーク技術に関して、(技術課題ではなく)社会的課題を想定していること(必ずしも明示的ではないが)。
- 38 コア・3 モード双方向伝送システムを開発し、ファイバあたり 228 空間チャンネル伝送の世界記録を達成、既存光ファイバとほぼ同じサイズの直径 0.16mm の 4 コア・4 コア・3 モードファイバを用いた 1.2 ペタ bps 伝送達成は、科学的意義が非常に高い。  
特に後者は標準光ファイバと同じ被覆外径なので、既存の設備との親和性が高い。
- 空間多重伝送技術の実用化は、その応用先・導入のタイミングなど、世界的に検討中でもあり、またきっかけをいかに掴むかでしのぎを削っている最中であると思われる。実用レベルでの容量・距離・実装を含めたシステム構成・性能を示すことが重要なことであり、その機運を高めるための成果を発信していると評価できる。
- 現在は機構が世界に先駆けて提言したマルチコア、マルチモードファイバの大容量化へのポテンシャルを実証している段階であり、数々の世界最先端の成果を創出し、それらは高いレベルの国際会議などで成果発表を通して社会貢献している事は評価に値する。
- データセンタ間、メトロでの適用に必要な分離、多重技術や、システム化技術について耐災害性と安全性をテーマに実証実験を進めている点は、社会的なニーズに向けた取り組みとして評価する。

### (改善すべき点)

- (そもそも論になるが)研究の起点となるべき社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でなく、多くは技術課題や技術的要求条件として表現されている。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題や技術的要求条件となってしまう、「社会的課題の解決」と「社会的価値の創出」を分析し主張することができていない。

個別技術のトップレベルデータを「科学的意義」、システム的なフェージビリティ実証を「社会的価値」としているきらいがある。

- 科学的意義、社会的価値は異論がないだろう。問題が社会実装するシナリオが弱い。メーカー等にこの技術をベースにした技術開発を促す企画力が問われている。利用シーン等、産業界、特にサービス系との情報交換が望まれる。
- マルチモード・マルチモードファイバによる大容量化のトップデータ更新は限界性能の上限を引き上げて研究開発機運を継続するために重要な反面、ファイバ径が太い場合にリアリティに欠けてしまう課題がある。今後の改善の道筋も示すことが大事であると思われ、その点への検討を期待したい。
- 伝送のポテンシャル実証と平行して、実用化に向けてファイバだけでなく周辺機器の実用的構成や、システム標準化なども重要であり、委託研究とも連携して平行して取り組んで頂きたい。
- 産業全体の活性化につながる社会実装に向けての取り組みについて耐災害等についての取り組みは具体性が見られるが、他の課題についても産業界へのフィードバックなどについて具体的な活動を期待したい。その点で、社会的価値創出を加速する意味で、研究課題の設定について、さらなる工夫を継続することを期待したい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 暫定光ネットワーク技術に関して、外部組織との連携を図って進めていること。
- 研究成果は文句がない。38 コア・3 モード双方向伝送システムを開発し、ファイバあたり 228 空間チャンネル伝送の世界記録を達成、既存光ファイバとほぼ同じサイズの直径 0.16mm の 4 コア・4 コア・3 モードファイバを用いた 1.2 ペタ bps 伝送達成したことは、素晴らしい研究成果である。ただし、社会実装までは至っていない。
- 限定的な応用範囲から、空間多重伝送技術の実用を検討するに値するだけの成果を示している点を大いに評価できる。
- 委託研究などを通して、核となる技術であるマルチコア・マルチモードファイバの開発、特に早期に社会実装を目指した標準外径ファイバの開発において主要ファイバ企業を先導している点など評価できる。
- 光伝送システムの持続的な能力拡大は必要であり本研究で示されている、平成 30 年度はフレキシブルな制御構造と親和性のあるアーキテクチャ検討、マルチコアファイバを用いた伝送システムの特性改善については、今後の社会基盤に向けて重要な技術の確立を着実に進めている点は評価できる。

#### (改善すべき点)

- 0.16mm クラスについて:  
ケーブル化、設計(曲がり等)、施工(融着、張力等)に関して既存のファイバと同等であることがこのクラスの要点であり、マルチコアで技術を実証したことは大変意義深い。しかし、「既存光ファイバと同じ被覆外装……」ということをもって「社会実装」を評価するのは少しずれている。それは、0.16mm ファイバそのものの存在価値であって、ここで評価すべきは「研究開発の成果を社会実装につなげる取組」だからです。

本研究で実証した技術を「早期実用化が期待」できるようにする取組(アクション)が評価としては大事だと考えます。例えば、このクラスのファイバの標準化とか、既存ファイバとの Backward Compatibility に関する技術貢献とか。

- 研究成果は素晴らしい。問題は社会実装です。今の日本で一番の問題は、研究資金、研究者リソース、実用化シナリオ、商用を一気通貫する施策がないこと。海外展開も踏まえた、産学官共同の国際事業企画を国家プロジェクトとして実施する時期に来ているのではないのでしょうか？
- 線表を見るに、今中長期では伝送実験による実証が主体となり、標準化活動や周辺機器への展開が明確には見られない。本技術は世界的にも競争が激しくなっており、伝送そのものだけでなく、同時に並行して周辺機器の実用性への検討、システム標準化への根回しなどの計画も明示化して進めることを期待したい。
- 社会実装にむけては、光伝送システムのロードマップを考え、技術の適用が期待される時期を研究計画の中に織り込むことを検討されることを期待する。システム構成については、アプリケーションの動向に大きく依存するので、トラフィックの特性とのなかで、本課題の優位性を示していただきたい。特に、装置、システム構成の議論を本年度は具体化しているので、この点を考慮して、社会ニーズとの整合を確認して研究開発を進めていただきたい。

項目	(4)光アクセス基盤技術
----	--------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

(評価する点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 世界トップクラスの技術実証として、主に「先導性」の視点から評価できる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 広帯域可変量子ドット光源を実装した光電気融合集積デバイス</li> <li>➢ 二次元受光アレイとマルチコアファイバの直結伝送実証</li> <li>➢ 60GHz 帯域幅光変調デバイス</li> <li>➢ 二次元受光アレイを用いた波長多重光の空間伝送の実証</li> </ul> </li> <li>• 世界に先駆け高安定な光電気融合集積デバイスの構築に成功したこと、超小型・高線形性・60GHz 超級超高速光変調デバイス、マルチコアファイバ直結二次元高速 PD アレイモジュールによる世界初の 400Gbps 級(25Gbps×16ch)大容量リンクの開発に成功したことは評価したい。</li> <li>• 光・無線シームレスリンクの伝送方式は様々な取り組みが凌ぎを削っている状況だが、帯域をなるべく下げつつ信号処理負荷を軽減し、高速化への拡張性も確保できる技術の選択が重要であると思われる。結果を示すことで優位性や課題の明確化が可能となり、その意味で先導的な立ち位置を確保できているものと評価できる。</li> <li>• 平成 28、29 年度の成果の統合によりパラレル伝送用 400Gbps 送受信端末デバイスの実現、光ファイバ無線にて世界初の 100Gbps 大容量光空間伝送、産学連携による量子ドットを用いた 1100nm 帯波長可変光源などの製品化、マレーシア空港での光ファイバ無線等を用いたレーダシステムのフィールド試験など科学的に大いに評価に値する。</li> <li>• 平成 30 年度については、光技術の集積化について光源、変調、および、光電気変換の一連のシステム構成要素において実証されたことを評価する。光・高周波融合デバイスでは、フレ</li> </ul>
---------	--

キシブルな変調方式へ対応方式の実証、空間伝送における 100 Gbps 級の技術確認が行われた点を評価する。

**(改善すべき点)**

- RoF による 40Gbps 高周波無線伝送も先導性として評価する。ただ、光空間伝送とのハイブリッド化については、その発展性を評価するためには、目的目標並びに出口が不明確である。
- 1100nm 量子ドット光チップの研究成果を産官連携で光源として製品化と言う出口に繋げたことは社会実装の観点から高く評価する。一方、この装置化において機構側が果たした役割はおそらくチップの広帯域化と高出力化と考えられる。この2つの指標が数値目標設定されていて且つそれが研究的にチャレンジングであったとするなら、科学的意義も評価できたのではないか。(この点が不明確なため、光源装置の科学的意義が評価できない)
- 科学的立証後の事業とのギャップをどう埋めるかを考えて欲しい。
- EO ポリマー光変調器の広帯域性は過去にも触れられている事項であり、今後重要になるのはその耐湿性を始めとした信頼性の確保であると思われる。その点に関する今後のスタンスについて、ご検討いただきたい。
- レーザ光源のハイブリッド集積の信頼性、産官連携による 1100nm 帯波長可変レーザの展開指針などの検討結果が開示されれば良かった。このままではやや成果の羅列感があるか。
- 研究開発の目標が基盤的な技術を狙っているのか、その具体化を狙っているのかが不明確である。本研究開発は先導性に向けて NICT が光、高周波や光、電気融合の技術の次の方向感を出すべきではと思われる。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 空港における異物監視レーダーの開発と実証は、社会課題と社会的価値が明確である。また、周波数再編アクションプランに明示された政策課題とも合致する。
- 40Gbps 超級の大容量光・無線シームレス伝送、100Gbps の大容量空間光伝送など、将来の社会のインフラになりそうな技術開発が行われている。
- 光・無線シームレスリンクの伝送方式は様々な取り組みが凌ぎを削っている状況だが、帯域をなるべく下げつつ信号処理負荷を軽減し、高速化への拡張性も確保できる技術の選択が重要であると思われる。結果を示すことで優位性や課題の明確化が可能となり、その意味で先導的な立ち位置を確保できているものと評価できる。
- 製品化、システム適用実験、フィールド試験など社会性のある成果を創出している。
- 小型化、コモディティ化する光技術の社会実装にむけて、複数の技術を融合した光源の実装、高速、広帯域化技術についての進展も見られている点、ネットワークシステムの実現に向けて複数の変調方式をフレキシブルに活用する技術、空間伝送技術についての成果が出ている点を評価する。

### (改善すべき点)

- 研究の起点となるべき社会的課題や政策的課題が必ずしも明確でないケースが多く、それらは技術課題や技術的要求条件として表現されている。そのため、「社会的価値」の自己評価のよりどころが技術的課題や技術的要求条件となってしまう、「社会的課題の解決」と「社会的価値の創出」を分析し主張することができていない。  
個別技術のトップレベルデータを「科学的意義」、システム的なフェージビリティ実証を「社会的価値」としているきらいがある。
- 既設ファイバ等の既に存在する通信インフラを踏まえて、開発技術を展開するシナリオがある

といい。導入は案外新興国からやった方が早いものもありそうです。

- この段階で実用化などにむけて、技術的課題などである程度の方向感が見えているように感じるが、その後新しい展望や創造的な指針が見えにくい。
- 社会展開に向けた実装を本研究課題として取り組んでいるが、これらは、本研究開発とは切り離し、オープンイノベーション本部の取り組みとして具体的な成果展開を議論することを提案する。



### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 1100nm 量子ドット光チップの研究成果を産官連携で光源として製品化と言う出口に繋げたこと。
- 光無線相互変換技術の研究成果を 90GHz 空港異物監視レーダーとして適用し、フィールドで実証を進めていること。
- 量子ドット技術に関して、新規波長帯域 1100nm の光ゲインチップの開発に成功し、波長の途切れない波長可変量子ドット光源の製品化に成功している。また、空港滑走路監視レーダシステムの社会展開をマレーシア工科大学と連携して、クアラルンプール空港での空港滑走路監視レーダシステムの試験導入に向けた基礎データを収集した点は評価したい。また、光ファイバ無線等を活用したレーダシステムや鉄道無線システムなどに関して、ITU-T 等の国際標準の勧告文書に寄与していることも社会実装に対する取り組みとしてよい。
- 国内の空港と異なる環境条件が海外の空港では検討対象となると予想するが、実証実験を通して様々な有意義な情報を取得できるものと期待できる。
- 産官連携による製品化や東南アジアを中心にフィールド試験など社会実装が進められた。
- 空港での異物検出などで継続的に実用化に向けた実証実験で成果が出ている点、また、量子ドットを用いたレーザの実用化については評価をする。

#### (改善すべき点)

- 空港における異物監視レーダーを社会実装していくための取り組みの1つが国際標準化であり、ITU-T SG15 Draft. Rec. G.RoF はその1つと言える。電波を使用するシステムであるため、90GHz 帯の選択を含め、電波側の制度 (ITU-R、国内) に絡む活動をどうするかの整理が必要。また、フィールド実証以降について、機構がどの段階でどのような取り組みで「手離れ」させるかを計画する必要がある。

- (量子ドット光源のような)研究成果が手離れして製品化されるケースでは、(メーカの研究所の成果が製品化に反映される構図とは違う)機構の研究の目的や存在意義に立ち返る良い機会にしてほしい。
- 科学的意義の部分にも書いたが、滑走路用リニアセルレーダシステムのような社会実装の技術と科学的意義を求める先端技術に分けて研究しているように見える。両者の融合、あるいはなぜ別なのかを説明できる必要がある。
- 波長 1100nm 帯波長可変光源については、その有用性ももっと主張していったほうがいいのではないか、と思う。
- パラレルフォトニクスで進めたマルチコアファイバと2次元アレイPDの大容量リンクについて、その応用展開を今後うまくご検討いただきたい。アクセスリンクの大容量化とともにマルチコアファイバの応用先の具体的な展開にもつながる内容であり、空間分割多重伝送技術の実用化への先鋒になるかもしれない。
- より一層の社会実装への展開指針が見えると良かった。例えば、100G アクセスの実用化へのシナリオ、1100nm 帯波長可変光源の適用、光ファイバ無線等による滑走路監視レーダシステムの他への応用指針など。
- 具体的な成果があがっている。社会実装に向けて具体化するためには、基盤的な技術だけでなくシステム的な実装が重要であり、その観点は本研究開発の目的を超えたものと考えられる。空港での異物検出などは、次のレベルへ向けるべく、研究所側ではなくオープンイノベーション本部の活動、もしくは、技術展開をする外部機関への移転も考慮すべきである。

項目	(5)衛星通信技術
----	-----------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ETS-IX 光 10Gbps 関連機器の開発実証は、まだ途中段階ですが、その先導性を評価する。</li> <li>• VSOTA の開発と RISESAT への搭載は、ボディポインティングによる簡易化と言う点で評価する。実験的衛星以外においてボディポインティングによるレーザ指向制御が適切解であるかは今後の課題としたい。</li> <li>• 実際に 10Gbps 光衛星通信の送受信部まで実現(見込)したことは革新的であり、今後の技術動向を先導する観点でも有意義である。</li> <li>• ハイブリッド衛星通信システムの高効率な運用制御アルゴリズムを提案し、有効性をシミュレーションで確認し、その成果が論文誌に掲載されたことは評価できる。</li> <li>• 個別の技術についての科学的意義については、十分意義のあるものと理解する。</li> <li>• 超高速光通信機器は技術試験衛星 9 号への搭載を前提に設計、開発が進行中であることは極めて高く評価される。</li> <li>• 超小型光通信装置は他大学開発の小型衛星に搭載され、打上げ、実証実験が計画されていること、さらに、光指向性制御方式で新方式の実証試験が計画されていることは高く評価される。</li> </ul>
<p><b>(改善すべき点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NICTとしては、衛星通信分野を広くとらえた時に何をなすべきかを考える必要があるが、その広さが、現在急速に期待が高まっている衛星通信分野としては狭いと判断される。また、スピード感も、これまでのスピード感とは違うことを意識すべきと考えられる。</li> </ul>

- Ka 帯/光ハイブリッドフィーダリンク方式について、ダイバーシティ局の地理的位置が通信品質に与える影響、および、Ka 帯/光併用・複数局同時運用方式等の検討が望まれる。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ETS-IX 搭載機器等の開発は、国プロとしての政策課題と直結しており、評価できる。
- Ka バンド／光ハイブリッド通信技術は、MSS 等のフィーダリンク用周波数帯域枯渇の電波政策課題を衛星上での光電波変換により解決しようするものであり、搭載実証に向けて着実な進捗を期待したい。
- 光衛星通信を超小型衛星等による観測に適用すれば、環境モニタリング等の精度と情報更新頻度を飛躍的に向上できるものと期待される。
- 大学との連携により宇宙実証を進めている点は、将来の宇宙技術開発に関する人的基盤を支える意味でも有意義である。
- ETS-IX の通信ミッション全体の実験要求を策定し、固定マルチビーム通信システムの研究開発を統括して詳細設計、及び、衛星搭載用の光送信ターミナルの光送受信部の完成・ビーコン送信機器(共通部)の基本設計を完了したことは評価できる。また、VSOTA を完成させ、東北大学の開発した 50kg 級超小型衛星 RISESAT に搭載したことも評価できる。
- 個別の技術としては社会的価値はがあると判断される。
- 技術試験衛星 9 号の通信ミッション全体のとりまとめを担当した上で、固定マルチビーム通信システム、光通信機器等の研究開発の推進は、新たな衛星通信システムの商用化による将来の日本における社会課題の解決、社会的価値の創生につながる可能性がある判断される。
- 超小型光通信装置は他大学開発の小型衛星に搭載され、打上げ予定となっており、このような小型衛星は将来的に社会課題の解決、社会的価値創生につながる可能性がある判断される。

(改善すべき点)

- VSOTA の開発と RISESAT への搭載は、勿論評価する。社会的価値の創出に向けては、「光通信の利活用促進」という技術課題ベースでの観点に加え、例えば NGSO 通信システムの国際的周波数争奪と言った政策課題解決の視点も必要なのではないか。
- APT/AWG Report-89 への寄与は大いに評価します。一方、5G と MSS の統合という観点は、電波政策課題として極めて重要であり、例えば 4.5GHz 帯、29GHz 帯など喫緊のテーマも関連します。政策課題への貢献をもっと意図することにより、社会的価値の創出に貢献できると考えます。
- 光衛星通信に関するネットワーク制御技術に関しても、検討が望まれる。
- 超小型光送信機(小型光コンポーネント実証ミッション:VSOTA)を完成させ、企業への技術移転などを念頭に、有用性を積極的にアピールしてほしい。
- 価値を判断する範囲の広さも、科学的意義の内容と同様、不十分ではないかと懸念される。
- 技術試験衛星、小型衛星に搭載予定機器等の実証実験の成果は、日本企業の世界的展開をもって社会的価値創生ととらえるのか、または、このような技術試験衛星を用いた通信システムの実証実験結果による新たな商用衛星通信システムの到来をもって社会課題の解決、社会的価値創生ととらえるか、または、両方を目指すのかに関しての展開戦略策定が望まれる。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- ETS-IX の機器開発については、メーカーと共同・連携して実施し、コミュニティ作りも進めており、ETS-IX の原点の一つである「産業競争力の強化」の観点からも評価できる取り組みです。一方、さらにロングレンジでの社会実装を考えると、技術試験衛星用機器ではなく、実用衛星に向けてどのように研究成果を活かしていくかの出口戦略とそのロードマップも明確にしておく必要がある。  
プロジェクトで培ってきたフロントローディング、スクリーニングプロセス、リスク識別などをどう活かすかがヒントと思われます。
- 超小型光通信モジュールを、実際に小型衛星に搭載して宇宙実証を進めている。
- 民間企業が商品化を検討できるようなレベルで、現実的な市場を有する研究開発である。
- 衛星搭載用の光送信ターミナルの光送受信部が完成するとともに、ビーコン送信機器(共通部)の基本設計が完了したことは評価できる。また APT において衛星技術の次世代アクセス技術への統合の標準化に従事し、NICT 提案の衛星通信システム技術を反映し報告書を完成したことも評価できる。
- 社会実装については、衛星計画に則って実装していて問題はない。
- 超高速光通信機器は技術試験衛星 9 号への搭載を前提として研究開発が行われており、さらに、関連の国際会議を主催し、世界的な連携を通じて、社会実装を目指している点が評価される。
- 超小型光通信機器は他大学開発の小型衛星に搭載、打上げ、実証実験が予定されており、このような活動が将来的に関連システムで実用化される可能性がある点が評価される。

#### (改善すべき点)

- Ka バンド/光ハイブリッド通信技術は、「2. 社会的価値」に記載した通り評価します。この技

術の価値は、MSS 等のフィーダリンク周波数帯域枯渇を解決することにあるが、フィーダリンク周波数割り当ての削減に踏み込める可能性を意味している。中長期的社会実装の観点からは、ETS の機器開発視点より国際的な周波数割り当てなど電波政策課題としての視点の方が、大きな社会的価値創造になるのではないか。そのような中長期観点の社会実装ロードマップも必要なのではないか。

- リソースが限られていると思うが、Ka 帯の衛星通信技術の開発を目指しているのであれば、5G 移動通信向けのミリ波デバイスの低廉化が予想される状況で、これらを活用しながら新しいコンセプトを提案するような研究開発も考えられるのではないか。
- 企業への技術移転などさらなる社会展開を期待する。
- 技術試験衛星 9 号、他大学開発の小型衛星への NICT 開発光通信装置の搭載、打上げ、実証実験を通して、日本企業による NICT 開発光通信装置の世界展開を目指すのか、または、実証実験した衛星システムを発展させた商用衛星通信システムの実現による社会実装を目指すのか、または、両方を目指すのかに関して詳細戦略策定が望まれる。



分野評価委員会  
データ利活用基盤分野  
評 価

項目	(1)音声翻訳・対話システム高度化技術
----	---------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 3年間の実績で示された3つの計画・目的・目標のうち、現場音声認識技術および混合言語音声対話技術、対訳コーパスへの依存を最小化する技術や同時翻訳の基礎研究に関して、1.5 秒程度の短い発声に対して GC10言語を対象に高精度で識別するシステムを開発し、前処理方式を実装した同時翻訳パイロットシステムを開発し、展示公開し、コンパラブルコーパスからの対訳語抽出法を実現するなど具体的な成果を挙げている。
- VoiceTra のログによって 1.5 秒での言語識別を実現した点は高く評価できる。
- 短い発話にて 10 言語を高精度に識別出来るシステムを開発し、様々な言語における音声認識精度の改善に貢献した。
- 新たなマルチモーダル音声言語理解技術を考案し、国際会議において日本機関唯一の論文賞受賞等優れた成果を生み出した。
- 対訳コーパスが少ない場合に対応するためのコンパラブルコーパスからの対訳後抽出法を考案した。
- 同時通訳実現に向けた基礎技術の研究を行い、同時通訳パイロットシステムを各所で動的展示した。
- 主要な論文誌、国際会議での発表を活発に行っており、独創性、革新性に優れた研究活動を行っている。
- 短時間で高精度に多言語を識別するシステムを開発した。

(改善すべき点)

- 長い文の扱い、翻訳モデルの改良等、まだまだ弱点はあるかもしれませんが、そのあたりの弱点の有無、NICTとしてどこを狙うのか、の明確化がほしいと思います。
- 多くの独創的、先進的な技術を生み出し、技術的に競合他機関に技術的優位性を持っていることは高く評価できるが、生み出されたそれぞれの技術が、音声翻訳技術全体の中でどの程度性能向上に寄与しているかの分析に基づく、戦略的な研究開発項目の選定に関しても、分かりやすい形で情報提示をしてほしい。
- 委託研究の成果や普及活動から得られた新たな視点を、今後の研究に発展させていってほしい。

## 2. 社会的価値

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 3年間で取り組む2つの課題に対して、具体的な成果を挙げている。多言語音声コーパスの構築、音声認識・合成に関しては、2130時間の音声コーパスを追加し、英語、中国語など8言語に関して目標の制度を達成し、音声合成に関しインドネシア語で目標を達成し、フランス語、スペイン語に関しても試作版を開発し公開している。多言語対訳コーパスの構築、多言語の自動翻訳技術の開発に関しては、上記3年間の実績で示したように、高い実績を示している。全体として、計画は順調に進んでいる。
- 通常の民間企業等では余裕がなく、シーズ開発にコストを割けないところで、NICT が的確なシーズ技術を提供することによって、近未来の社会的価値を創出できると思います。
- 多言語音声コーパスを拡充することにより、8 か国語での目標音声認識精度を達成した。
- 音声合成において、インドネシア語での目標品質を達成するとともに、フランス語、スペイン語の試作版を公開した。
- 世界最大の話し言葉の多言語対訳コーパスの実現に向けた拡充を順調に行った。
- 翻訳が難しい日英翻訳においてニューラル翻訳技術を用い高精度を実現した。
- 音声翻訳技術の社会実装を進めてきた効果として、一般社会での認知度が高まっており、新たな社会的価値の創出につながりつつある。

#### (改善すべき点)

- 急増した外国人旅行者・居住者とのコミュニケーションを円滑に行う、音声翻訳技術は、今後さらに深刻になってくる社会課題の解決、及び、それに伴う新製品・サービスの創出という点において今後さらなる発展が期待される。今後も様々な課題の分析及びその重要性を分

析結果を踏まえたうえで、翻訳対象分野の選定も含めて、十分検討のうえで、技術の普及・促進を進めてほしい。

### 3. 社会実装

#### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

#### (2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 音声翻訳エンジン・サーバとその利用環境の開発とその成果の試験的利用拡大に関して、上記3年間の実績でも述べたとおり、VoiceTra を通じて、特筆すべき成果を挙げていて、実用性が期待できるレベルに達している。
- スピーディに社会実装へ向けた活動が実践できたことは高く評価できる。
- 音声翻訳アプリ VoiceTra のベースとなる音声翻訳技術のライセンスを積極積に進め、新規 8 件の実績を実現した。
- 産業界との共同研究成果を発展させ、鉄道分野における多言語音声翻訳と電話通訳のハイブリット翻訳サービスの実用化を実現した。
- 研究開発成果のライセンス実績、民間企業による商用製品・サービスが拡大しており、極めて多くの社会実装に関する取り組みを実施している。

##### (改善すべき点)

- 成果の社会実装に向けた取り組みは順調に推移している。今後も、民官問わず、様々な分野で研究開発成果が広く活用されるよう、継続的な取り組みを進めてほしい。

項目	(2)社会知解析技術
----	------------

## 1. 科学的意義

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 平成30年度の成果の科学的意義については、以下の2点に注目したい。
  - (1) ノンファクトイド型の質問応答の音声対話システムへの取組みは世界初の試みであり、また、世界的に類例を見ない受容率を備えた雑談機能を実現している。
  - (2) 回答要約技術を開発し、背景知識として関係する Web テキストを深層学習に与えることにより性能向上を実現し、採択率の低いトップカンファレンス AAAI で今年も採択され、同会議での採択を 5 年連続に伸ばしている。さらに、GPU のバッチスケジューラの成果をトップカンファレンスで発表している。
- 質問応答を音声対話システム WEKDA の中に実装して、有用性を示したこと。質問応答、要約など自然言語処理の課題が多数関連するシステムであり、精力的な研究開発が実施されたと判断する。
- 競争の激化がさらに進んでいる今日の現状を考えると、高い研究レベルを維持することは容易ではない。このような状況において、AAAI などのトップカンファレンスにおいて継続して論文採択されていることは高く評価できる。
- 学術的な論文発表を多数おこなっている。

#### (改善すべき点)

- ノンファクトイド型の質問応答システムに関して、その本質に迫るさらに深い研究が必要であ

るように思う。内外の研究機関も巻き込んだ研究展開を期待したい。

- 対話する人間のレベル(子供、専門家、……)により、対話の内容がどのように変わるのか、あるいはいろいろな観点からの「ロバストネス」のような評価基準も合わせて検討してほしい。
- 初期に比べると学術的なカンファレンスでの論文発表が少なくなっているような印象を受ける。今後、実証的な論文も重視するなど、実用面でのアピールも積極的におこなって欲しい。



## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 平成30年度も社会的価値について十分意識した研究が展開され、世界初の試みであるノンファクトイド型の質問応答の音声対話システムへの組み込み、雑談機能の受容率を向上させ、民間企業と連携して、内閣府 SIP 第 2 期「ビッグデータ・AI」に応募している。これは、社会的に、特に高齢社会において、意義の深い技術である。
- 音声対話を高齢者介護の領域で引き続き取り組むということの着眼点が優れている。複数の応用を扱っていること、社会的有用性がわかりやすいこと、そして研究面での先進性、これらを合わせて進めている点が優れている。
- 大規模なデータをもとにして質問応答を核とした高度な情報サービス技術を、企業ではなく NICT のような組織で開発することには社会的意義が大きい。また、防災・災害などへの展開も継続して行われている点も評価できる。

### (改善すべき点)

- 現在は日本語だけで研究開発を実施していると理解している。研究効率の面から、安易に多言語に広げるべきとはいわないが、少なくとも英語での実装は是非期待したい。また国際的評価を得るためにも有効と思われる。
- (コメント) 民間へのライセンス提供が着々と進行しているということであるが、どのような分野への展開がなされているかなどの情報提供があるとよい。

### 3. 社会実装

#### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

#### (2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 平成30年度の社会実装に関する成果として以下の点は開発された技術の実用性と期待、新規性を示すもので高く評価したい。
  - (1) 大分県の総合防災訓練において DISAANA、D-SUMM が活用された。
  - (2) 大阪市においても活用見込みが得られている。
  - (3) 総務省社会実装推進事業の宮崎県、和歌山県、東京都江東区、豊島区、岩手県等での実証実験、防災訓練に協力。
  - (4) 75 件に及ぶ報道。
  - (5) 防災科研、ウエザーニュース、LINE と連携した提案が内閣府 SIP 第 2 期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」に採択。
- 対話者が必要としているものを推測し、対話を意味のあるものにしていく技術としての着眼点は社会実装の観点から高く評価できる。今後は、さらに完成度を上げ、高齢者介護等でぜひ実地に検証して評価をしていただきたい。成功すれば大変有用なものとして社会にアピールする可能性が大である。
- DISAANA および D-SUMM の活用が継続して活発に進められており、着実に実績が蓄積されていることは大いに評価できる。
- 複数の自治体と防災訓練で協力している実績は高く評価できる。

##### (改善すべき点)

- 3 年間の評価の箇所でも述べたが、社会実装においてどのような知見が得られたかなどについての紹介があるとよい。

- 社会実装の評価を社会に見える形でアピールする努力を続けて欲しい。

項目	(3)実空間情報分析技術
----	--------------

## 1. 科学的意義

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 異分野データ連携基盤の相関分析性能の向上に関して、時空間相関パターンの深層学習方式を開発して、越境汚染等の大気物質を対象とした実験で高い精度を達成し、有効性を確認している。また、画像状況記述の研究に関して、高解像度化の検証のためのシミュレータを開発し、それを元にして実機での原理検証を行い、アメリカでの国際会議で発表している。その他、災害時や観光に関連した実空間での情報分析に関する具体的な研究が着実に展開されている。
- センシングデータの時空間相関パターンを分析するシステムを実装し、高い精度を実現することができた。
- NICT の総合テストベッド上に当該ソフトウェアを搭載し、ツール群を配備することにより、API を介しての異分野データ連携を実現したこと。
- 環境データの時空間相関パターン学習に対して深層学習を適用するなど、実社会のデータ分析に対する新しい技術開発を行っている。
- 画像関係の技術開発に対して新たなトピックが報告されているが、技術的には興味深い取り組みとなっている。
- 異分野データ連携基盤のプラットフォームが稼働し始め、その上で複数の実データを統合的に解析する試みを実施している。
- 学術的成果をあげるとともに国際会議等を通して、成果を積極的に発信している。

**(改善すべき点)**

- 実空間における課題設定の基本的な方針や視点なども明確にされることを期待したい。
- システム構築に関し、可能な範囲で評価を行ってほしい。例えば、類似システムとの間での機能や対象範囲の相互比較等が考えられる。
- 個々のサブプロジェクトだけでなく、システム全体としての科学的意義を主張できるような根拠が提示されるとなおよかった。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 異分野データ連携の NICT 総合テストベッドを活用したハッカソンを実施し、環境と交通データの利活用によるモビリティ支援サービス開発のモデルケースを構築している。また、SAR データ解析チャレンジを実施し、研究開発コミュニティと連携したデータ解析プログラムの開発や応用研究が進展している。さらに、画像状況記述に関する研究も進展し、高解像化の検証シミュレータを開発し、少数の実写から立体再生を可能にして、この技術の社会的価値を確認している。その他、災害時や観光に活用できる基礎研究も展開し、具体的な活用に大きな進展が見られる。
- 異分野データ連携のコンセプトは重要な視点である。一方、応用分野の特性や問題に成否が左右される。複数の応用を対象になるべく共通化するような視点で API 整備をしていると思われ、その有効性をわかりやすく示すように努めてほしい。  
ややもすれば、応用そのものの有効性で全体が評価されるという懸念があるので、うまく連携基盤としての特性をアピールするような説明振りを工夫してほしい。
- 長いスパンで見たときには、コミュニティの開拓は重要であると考えられ、その取り組みを行っていることは大いに評価できる。
- 目的・目標①～③については実データでの実験が実施されており、評価できる。

### (改善すべき点)

- プロジェクトが発散しないよう、より高いレベルで、どのような社会的課題に本プロジェクトが取り組むかについてのビジョンの説明がほしい。その上で、そのビジョンの下で各課題をどう位置付けるかが明確に説明されるとよい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 異分野データ連携の API やツールの実装プラットフォームを NICT テストベッドに構築し、そのプラットフォームを活用した異分野データ連携を進め、ハッカソンの実施や研究開発コミュニティと連携した社会実装が堅実に展開されている。
- 社会的価値から社会実装に至るロードマップをきちんと考えて研究を発展させている点は評価できる。異分野データ連携基盤については、未だ実装して評価する段階には達していないと判断するが、次のステップで各種応用側からの評価も含めてリアルな価値を実証してほしい。
- 画像に関しては、持っている基盤技術と社会的価値について常にチェックし、実装につなげる具体的展望を見いだしてほしい。
- 個々のサブプロジェクトにおける研究開発の取り組みに加え、特に今年度は異分野データ連携プラットフォームを活用したハッカソンの実施と SAR データ解析チャレンジも行われており、活発な活動が行われている。
- いくつかの応用分野で社会実装を計画していることは評価できる。

#### (改善すべき点)

- 異分野連携に関する他のケースに関する展開にも期待したい。

項目	(4)脳情報通信技術
----	------------

## 1. 科学的意義

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 高次脳型情報処理技術に関して、低侵襲型 BMI の臨床応用実現に向けた重要なステップをクリアし、脳外科医などとの共同研究によりヒト脳情報を表現の解読技術を開発するなど、BMI に関連した研究を組織的に進めている。

脳計測技術に関して、立体視力の個人差に関連して、白質線維の特性との相関を明らかにして、奥行き知覚に関する重要な発見を行い、米国の権威ある学術誌に掲載されている。また、7TMR 装置による脳情報計測・解析手法の高精度化に関して具体的な成果を挙げ、特に脳情報伝達効率を MRI 脳構造データから有意に予測することに成功し、重要な応用分野を開拓している。

脳情報統合分析技術に関して、脳活動データを用いた人工脳モデルを構築し、新たな視聴覚刺激の知覚意味内容推定技術を開発している。

脳情報通信連携拠点機能に関しても、国際会議での要職を務め、NSF や独仏イスラエルなどとの間で連携研究の基盤を構築している。また、国内の多くの大学との共同研究を展開し、大阪大学の COI 活動への参加や JST の戦略創造研究や ImPACT など、高度な学術研究プロジェクトへも積極的に参画している。

以上のように、多くの具体的な領域・課題に対して、また、国内外の学術組織との連携に関して、科学的に価値のある成果を挙げている。

- 最近開始された、ヒト脳表埋め込み電極 (ECoG) 記録を介したヒト脳情報表現の解読技術の開発、認知 100 課題を用いた脳活動計測と全脳的な解析、SNS 上の行動やいじめ行動と脳活動計測結果の関連づけ、などは将来的な見通しも含めて顕著な科学的価値を生み



出すことが期待できます。

**(改善すべき点)**

- CiNet 発の国際会議などを立ち上げるなどして、国際的な存在感をさらに誇示し、この領域を強かに牽引することも可能であると思う。
- 脳活動だけでなく、身体の情報もあわせての全脳のモデル化についても検討していただくと良いと思います。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 上記1(科学的意義)で記した研究項目の殆どが社会的価値を有するもので、この観点からも高く評価できる。特に、高次脳型情報処理技術に関する BMI を用いたデコーディング技術としてのヒト脳情報表現の解読技術は商用サービスとして社会実装も期待できるものである。  
また、脳情報統合分析技術に関する脳情報モデルの高度化の研究は、新しい脳活動解読技術の開発に繋がり、社会的価値の高いものと思われる。  
さらに、脳情報通信連携拠点機能に関する研究は、企業との資金受け入れ型共同研究が多数締結されていて、科研費などの政府機関からの資金獲得などからも分かるように社会的価値の高い研究活動である。
- 皮質脳波 BMI の基盤技術構築は、低侵襲な BMI の実用化に向けての社会的価値が顕著であると評価できます。また、SNS 上の行動やいじめ行動と脳計測結果の関連づけの研究も、社会的に重要な取組みであり、今後の発展が期待されます。

### (改善すべき点)

- 特になし。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 研究テーマの殆ど全てが社会的価値を持っていて、科学としての展開に基づき、堅実な社会実装も行われている。特に、脳情報統合分析技術分野の脳情報解読技術に関する視聴覚刺激の知覚意味内容推定を行う技術は民間企業への技術移転が行われ商用サービスの拡大に貢献している。  
また、脳情報通信連携拠点機能に関しては、社会的価値の高い事業を展開し、企業との資金受け入れ型共同研究が多数提携され、政府系の大型研究プロジェクトにも多数関係し、多額の資金の獲得に繋げている。
- 筋骨格モデルの研究や、エンコード・デコードモデルを用いたニューロマーケティングなどの社会実装事例が継続的に創出され、拡大している点は、顕著な成果として評価できます。

#### (改善すべき点)

- 今後、低侵襲な皮質脳波計測技術の BMI やマーケティング、感性評価等への応用や、時刻同期脳波計のプロトタイプを用いたコミュニケーション時の脳活動計測の実用化が進むことを期待します。

分野評価委員会  
サイバーセキュリティ分野  
評 価

項目	(1)サイバーセキュリティ技術
----	-----------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 横浜国大、Delft 大、Saarland 大など、これまでの国内外の研究機関との連携が、今年度トップカンファレンス論文採録の成果として結実したことは高く評価したいと思います。また、機械学習によるマルウェアの分類やテンソル分解によるマルウェアの動作検出など新たな興味深いテーマに取り組んでおられると判断します。これらについては今後さらに研究内容を深められるとともに、実用化の観点から継続的な有効性検証を期待します。
- 平成 30 年においても引き続き継続的に良い研究成果を出している。IoT マルウェアに感染した機器の利用者に対し感染を通知する実験に関する研究や IoT マルウェアの機会学習による分類に関する研究が難関国際会議への採録や国際会議での論文賞を得ており、基盤技術に対する科学的貢献が大きい。
- これらの IoT マルウェアに関連する研究は、総務省の「IoT セキュリティ総合対策」などの政策の遂行に資されることが期待できる。
- 今後ますます必要性が叫ばれている IoT 機器向けセキュリティ技術について、成果を出している。
- 国際学会等への発表もしっかりと対応しているのが良い。

### (改善すべき点)

- 主要論文成果に CSS2018 の論文があげられており、これは最優秀論文賞を受賞とありますが、この研究分野(センサーセキュリティ)は評価資料中、見える形で記述されていません。論文賞を受賞するような優秀な研究であるならば、研究者のモチベーションアップのためにも

もう少し見える化をしてみてもいいでしょうか。

- 評価資料には実績として開発項目名を記載するだけでなく、何のためにそれを開発して結果どうなったのか、研究目的や結果が明確に記載されているとより成果が理解し易い。
- 他の類似の研究との比較をより具体的に示してほしい。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- NIRVANA 改の機能向上として、著名な OSS 脆弱性スキャナとの連携が可能になったことは NIRVANA 改の利用価値(とともに Vulns の利用価値)をさらに高めるものとして評価いたします。今後、利用実績を積み重ねるとともに利用者からのフィードバックをもとに、この連携によってサイバーセキュリティ上のような効果が具体的に得られたかを定量評価されることを期待したいと思います。なお、この連携開発にかかった工数も今後の連携の可能性を考える上での重要な指標(開発コスト)となりますので、関係者での情報共有をしていただきたいと思います。
- 平成 30 年度においても NIRVANA 改の継続的な開発を行っており、国産 OSS 脆弱性スキャナ Vulns と連携させることにより、NIRVANA 改を脆弱性管理プラットフォームとして利用できるまでに高めることができている。
- また科学的意義の評価指標にも挙げた「IoT マルウェアに感染した機器の利用者に対し感染を通知する実験に関する研究」では、総務省の「IoT セキュリティ総合対策」などの政策の遂行で必要となる技術を開発しているという点で社会的価値の創出に繋がっている。
- (再掲) 今後ますます普及が進む IoT 機器に関して、ユーザがセキュリティにも警戒できるような研究テーマを扱っている。
- 国際的にも、特にアセアン諸国への技術の展開は素晴らしい。

### (改善すべき点)

- 平成 30 年度においても NIRVANA 改について継続的にシステム開発を行っている。このように独自の技術を用いてサイバー攻撃に関する知見を蓄積しているが、継続的にシステム開発をするためのいろいろな組織的仕組みについても技術的な知見としてまとめることが出来ると良い。

- 素晴らしい研究をしているのであるから、もっと研究内容の公表をすべきである。



### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- WarpDrive の実証実験を開始され、すでに数千ユーザからのデータ収集がなされているとのこと、今後に注目したいと思います。一方で、ここで収集されるような情報は例えば大手IT企業やセキュリティベンダなどがすでに大量にデータをもっていると考えられる中、NICTとしてどこを目標にするのかをより明確にされることが求められます。また IoT 機器調査については、今年度末の調査開始に向けて入念な準備をされていることを理解しました。本件、順調に進めば機器の利用者へのフィードバックという極めてインパクトの大きな効果が期待される場所ですので、万全の態勢でのぞんでいただきたいと思います。
- 平成 30 年度に実施した新たな取り組みとして Web 媒介型サイバー攻撃に対する大規模な実証実験を行い軌道に載せている。6500 名の利用者から有意義な情報を集めており、一日に非常に有用な情報である約 400 の新しい悪性 URL を収集している。
- NICT がこのような新しい取り組みを行い、システムの構築や運用の知見を蓄積することにより、今後の研究開発の成果を社会実装に繋げることが期待される。
- (再掲)Web 媒介型サイバー攻撃対策 PJ において、実際のユーザを巻き込んだ実証実験を開始した。
- 実用化では、実際に使ってもらっているところがあるので、良い。

#### (改善すべき点)

- 事業化に関しては、製品やシステムに組み込まれていくことが大事で、その点でより積極的に対応してほしい。
- Web 媒介型サイバー攻撃に関する情報の蓄積についても、政策に影響を与えるだけでなく、政策の遂行や政策の効果を良くするためにも、研究成果や蓄積される情報を活用されたい。

項目	(2)セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術
----	---------------------------

## 1. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• STARDUST における情報の収集や分析、分類などのテーマで、継続的に論文発表をされています。このような STARDUST の学術的プレゼンスを高める活動を評価いたします。</li> <li>• 平成 30 年度においても NICT は科学的な業績の積み増しを行っている。例えばネットワーク上のさまざまな活動からサイバー攻撃に関する情報を収集し機械学習により C2 サーバとの通信を検知する等、より高度なサイバー攻撃検知システムを実現するための準備として、実際の情報システムを模擬してサイバー演習等のさまざまな目的に使える STARDUST とサイバー攻撃観測網 NIRVANA 改を連携させるための研究開発を行っている。</li> <li>• それには、平成 30 年度に行った、STARDUST の各種情報のモデル化、エンドポイント情報収集・分析技術開発が含まれている。これらの研究開発は、独自に開発された二つの先進的な情報システムを互いに連携されることにより新しい価値を創生のものであり、革新的で先導的および発展性が十分に大きく、基盤や基礎技術の確立に貢献できている。</li> <li>• (1)のサイバーセキュリティ技術の研究で獲得された基盤を適切に構築、活用している。</li> <li>• セキュリティの基盤としてのプラットフォーム構築は大変重要であるので、それに着手している点は評価できる。</li> </ul>
<p><b>(改善すべき点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 研究開発で得た知見について国内外での学会等での研究発表をより進めていただきたい。</li> <li>• 本活動では、科学的意義を追い求めるものではないので、現状のまま問題ない。</li> <li>• 他の類似の研究開発との比較が必要であり、他にない環境の構築を目指してほしい。</li> </ul>

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- STARDUST の外部利用が前年度からさらに拡大し、現業系の政府諸機関へと広がっていることは、このプラットフォームのもつ社会的有用性を示す何よりのエビデンスであり、専門家との情報共有のための分科会等の活動とあわせ高く評価したいと思います。また本プラットフォームは海外からも注目されており、その成果の講演や演習支援などの活動が今年度も幅広く行われたことは評価に値すると思います。
- 平成 30 年度においては、STARDUST の外部利用拡大を行い、サイバー攻撃に関する情報を外部利用機関や外部のサイバーセキュリティ専門家との情報共有を推進している。またサイバー攻撃に対応する技術者らが実践的なコンテンツと演習環境を用いたサイバー演習や CTF に参加できる機会の増大に結びついており、社会的価値の創出につながっている。平成 30 年度においては、海外の大学に対してサイバー演習を支援している。
- (再掲) STARDUST の外部組織への提供を拡大させるとともに、海外大学への演習を支援した。
- 課題解決のための環境整備は、大変重要である。

### (改善すべき点)

- 継続的にシステム開発やサイバー演習を支援して独自の技術や知見を蓄積していただきたい。
- 構築している環境をもっと公開して、多くの方々に活用してもらうことで、よりよい環境の構築につなげていただきたい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- STARDUST の外部利用が前年度からさらに拡大し、現業系の政府諸機関へと広がっていることは、このプラットフォームのもつ社会的有用性を示す何よりのエビデンスであり、専門家との情報共有のための分科会等の活動とあわせ高く評価したいと思います。また本プラットフォームは海外からも注目されており、その成果の講演や演習支援などの活動が今年度も幅広く行われたことは評価に値すると思います。(再掲)
- 平成 30 年度においても NICT は STARDUST の公開を推進しており、複数の民間企業、政府機関がユーザとして参画している。NICT の研究開発の成果を実践的なサイバー演習環境の提供に応用しているものであり、ひとつの社会実装に繋げる取り組みとして評価できる。
- (再掲) STARDUST の外部組織への提供を拡大させるとともに、海外大学への演習を支援した。
- 他に先駆けての構築は素晴らしい。

#### (改善すべき点)

- 演習環境の提供によって集まる情報は技術的資産である。今後の活用についての検討を行っていただきたい。
- 実用化や事業化を考えた場合には、多くの組織に活用してもらうことが重要であるので、その方策を考えてほしい。

項目	(3)暗号技術
----	---------

## 1. 科学的意義

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 量子計算機でも解読が不可能とされる次世代 Post Quantum 暗号の安全性評価に関する研究成果が世界トップレベルの国際会議に複数採録されました。昨年度 NICT は米国の Post Quantum 暗号標準化プロジェクトに独自方式を提案しており、今年度の成果はこれに続くものとして高く評価いたします。この他にも、暗号技術に関する権威ある国際雑誌への論文採択や論文賞受賞が連続しており、期待を上まわる成果であると考えます。
- 平成 30 年度においても、NICT はペアリングを用いた暗号方式の処理速度を高精度に評価できるツールを提案している。また格子暗号の安全性評価について厳密な計算量評価を行っている。以上の科学的貢献は、論文賞や難関国際会議に採録される等、国内外から高い評価を受けており、独創性も十分におおきく基盤技術の確立に対して大いに貢献していると評価できる。
- (再掲)格子暗号の安全性評価について、Crypto, Asiacrypt に採録された。
- 暗号の特性上、国際会議での研究内容の発表等は素晴らしい。

#### (改善すべき点)

- 研究内容の基盤や基礎研究の確立に、もっと展開すべき。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 量子計算機でも解読が不可能とされる次世代 Post Quantum 暗号の安全性評価に関する研究動向調査を CRYPTREC にて実施し、その結果は報告書として発行されることになりました。CRYPTREC の調査報告書はその質と中立性において高く評価されており、今回もその作成においてもNICTが果たした役割は大きなものがあると評価いたします。また ISO 標準化においてはエディタ貢献に対する表彰を受賞されるなど、標準化の観点から技術の社会還元が行われたと判断いたします。
- 平成 30 年度においては、いままで実施した基礎研究を発展させ、暗号化した医療データの内容を確認することなく、解析対象外のデータの混入を防ぐ技術を開発している。また、NICT 提案の公開鍵共有方式 FACE が採択された国際規格が国際規格開発賞を受賞する等、国際規格に対して貢献を行っている。  
以上により、NICT は暗号に関する研究活動の成果を社会的な価値の創出に発展させていると評価できる。
- (再掲)「耐量子計算機暗号に関する動向調査報告書」の発行・ISO SC27 におけるエディタ任務
- 暗号の評価等において、社会的課題や政策課題解決に貢献しているのは良い。

### (改善すべき点)

- 社会システムへの貢献については、もっと積極的に取り組んでほしい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 金融機関の実取引データを用いた不正送金検知システムの構築は、現在極めて深刻となっている社会課題解決への貢献を目指すものであり、高く評価したいと思います。このシステムは深層学習を用いるという技術的な観点とともに、国研ならではの中立性の観点からも注目に値する取り組みであり、社会的インパクトは大きいものがあると考えます。今後の金融機関との本格的な実証実験に期待いたします。
- 複数の銀行の実取引データの内容を互いに開示することなく不正送金検知を行うシステムは、研究開発システム、実運用に向けた準備のためのプロトタイプ、実運用向けシステムというように段階的に開発を行っており、実際に不正送金の検知に資することができるシステムになるまで完成度を高めることに成功しており、研究開発の成果を社会実装に繋げる取り組みであるものと評価できる。
- 主に理論面の成果が中心であるが、今後、具体的な研究成果につなげるには、具体的にどの成果を取捨選択するのかの選択の時間が必要であり、現状で問題ない。
- 研究成果を、社会実装につなげようとしている試みは評価したい。

#### (改善すべき点)

- 今後も研究開発の成果を社会実装に繋げる取り組みが実施されることが期待できる。
- 具体的に製品やシステム等への実装に関しての取組計画を、より具体的に示してほしい。

分野評価委員会  
フロンティア研究分野  
評 価



項目	(1)量子情報通信技術
----	-------------

## 1. 科学的意義

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 光空間通信における物理レイヤ暗号技術の実証に成功したことは、通信システムの開発に加えて、通信路推定実験などの実験的アプローチからの物理レイヤ暗号の実現で、学術的に持つ意義は大きい。</li> <li>• カルシウムイオンから単一光子のファイバー通信波長への波長変換の成功は、長距離量子暗号通信への道を開く技術としてその科学的意義は大きい。 人工原子の遷移エネルギーの精密測定を行い、巨大な光シフトを初めて観測したことは、人工原子の高速制御など量子分野全般に及ぼす重要な技術に繋がる。得られた成果、知見には、独創性、革新性、発展性があり、その基礎科学的意義が大きい。</li> <li>• 光空間通信、光量子制御、量子計測標準、量子インターフェースなど原理実証の新たな成果が得られており、科学的意義は大きい。</li> <li>• 量子計測標準技術や量子インターフェース技術における研究において科学的意義の高い評価が出ている。他分野でも科学的意義とともに社会的意義がともに高い成果をだしている。</li> <li>• 量子光ネットワーク技術では、QKD プラットフォーム技術による実データの取り扱いや、量子光伝送技術による実用化志向の速度改善など、着実な研究の進展が認められる。</li> <li>• 量子ノード技術では、学術的に価値の高い論文発表を行っている点が評価される。</li> <li>• 単一イオンから発生した単一光子の量子周波数変換・長距離伝送を実証したこと、桁違いに強い相互作用による超伝導人工原子の光シフトの巨大化と制御に成功したことは大きな意義を持つと思います。</li> <li>• 量子計測、量子インターフェース技術において優れた科学的知見を見出した。</li> </ul>
---------	---

- 電通大-NICT 間の光空間通信テストベッドに実装した物理レイヤ秘密鍵共有システムにおいて、鍵生成速度の高速化に成功し、さらに年度内には抜本的高速化(1GHz)が達成される見込みである点。
- カルシウムイオン量子遷移への周波数ロック動作を完了し、単一イオンから発生した単一光子の量子周波数変換・長距離伝送を実証した点。
- 超伝導量子回路の設計に零点ゆらぎ電流の寄与を取り入れ、二重共鳴分光法により人工原子の遷移エネルギーの精密測定に成功して、従来より 100 倍巨大な光シフトの観測と制御に成功した点。

**(改善すべき点)**

- 量子ノード技術では、社会実装への展望を見据えた科学的意義づけが求められる。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- QKD プラットフォーム技術を活用したデータ分散ストレージの開発は、高秘匿分散ストレージネットワークとして、様々な分野で必要となるシステムで社会的価値の高い取組である。同様に、光空間テストベッド上での研究成果も様々な秘匿通信系への応用が考えられ、その社会的価値は高い。
- 電子カルテの保存技術など社会的価値の高い成果が得られている。科学的価値の高い成果も同時に得られているのでバランスよく進めてほしい。
- 医療データは個人情報という長期間にわたって安全に管理されるべきデータの最たるものであり、それを疑似とはいえ医療データとして JGN ネットワークを介して高秘匿分散ストレージとして保存することは社会的価値が高い。
- 社会的価値については3年間の評価と同様であり、昨今のIT技術のセキュリティに対する要請に応えられる重要な貢献が期待され、我が国の科学技術競争力の活性化にもつながる。
- 東京 QKD ネットワークと共に、500km を超えるマルチネットワークを通じて QKD 技術を実証する実験を行い、量子暗号技術が未来の技術ではないことを示したことは大きな価値だと思います。
- 高秘匿分散ストレージネットワーク技術のデモに成功しており、本領域の実現性に関する知見を得たことは評価できる。
- 高知医療センターより提供された疑似医療データを JGN 上に構築された高秘匿分散ストレージネットワーク上に保存する技術を確認し、基本動作実証に成功した点。

### (改善すべき点)

- 特になし

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- JGN 上に高秘匿広域分散ストレージを構築して、擬似医療データ(電子カルテ)をそのネットワーク上に保存する技術を確立し、デモンストレーションにより基本動作実証に成功したことは社会実装が視野に入る取組として期待したい。  
量子光伝送技術は、鍵生成速度の高速化など着実に研究が進展しているが、光空間通信の社会実装という視点からはまだ少し時間を要すると思われる。
- 社会実装までには時間を要すると思われるものも多いが、実証実験や運用試験などまで積極的な実施計画になっている。
- 事業化への取り組みとして、社会的価値が高い医療データの高秘匿性をもった分散保存技術に着目し、そのプロトタイプの実験を通して実証も行われている。さらに社会実装に真に至ることが期待できる大規模プロジェクトも採択されている。
- 実データに基づいた検証及び実環境での試行を行っており、社会実装に向けた積極的な取り組みを評価できる。
- QKD 技術の標準化について、ITU-T Study Group 13 (ネットワークアーキテクチャ)、Study Group 17 (セキュリティ)において寄書を提案した点。

#### (改善すべき点)

- 量子光伝送技術については、社会実装に向けた実用化研究の加速化が必要となる。
- 今後は一般的な利用者でも利用できるようにコスト評価を行うとともに、製品及びソフトウェア環境を提供できる事業者へ技術移転する必要がある。また、国際標準化に向けての取り組みについても検討をお願いしたい。
- テストベッドとしては適当だったと思うが、量子暗号にて秘匿すべき情報が医療データなのか、もっと議論してほしい。(議論を出来る範囲で公開してほしい。)

- 量子光伝送技術と社会実装との関係性をより明確にすべき。

項目	(2)新規 ICT デバイス技術
----	------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- N イオン注入プロセスにより p 型ガードリングをもつ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ショットキーバリアダイオードを、また Si、N イオン注入プロセスによる縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>FET を世界で初めて開発して大幅な特性改善を実現しており、独創性、先導性に富む成果を挙げている。

また、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の飽和電子速度を実験的に導出したことは、高周波電子デバイスの開発に向けてその科学的意義は高い。
- シングルチップ・室温・連続駆動で出力 500mW 超の深紫外 LED を実現した開発技術(30 年度新しく開発したパッケージ構造、内部光吸収抑圧のためのデバイス構造)は世界をリードするもので、革新性、先導性に優れている。
- 酸化ガリウムによる電子デバイスの特性向上や深紫外発光デバイスの最高出力の向上などの顕著な成果は高く評価できる。

酸化ガリウムについて引き続き、バンド構造や電気伝導、電子速度、熱伝導などの物性を明らかにし、デバイスへのフィードバックにより高性能につなげていただくことを期待する。
- 30 年度の分野においても、たとえば深紫外 LED で世界最高出力値を大幅に更新する成果を上げている。その科学的意義は高いというのは理解できる。
- 酸化物半導体では、耐圧や動作モードなど、実用に必要なデバイスを作製できる段階に来ており、科学技術的基盤が整いつつあるものと評価できる。また、半導体基礎物性としての研究も進めており、学術的に有意義な成果が得られている。

深紫外 LED では、大出力化の目途がつく一方で新規デバイスの提案も行われており、科学技術的にも着実な進歩があった。

- 酸化ガリウムはパワエレ向けのキーデバイスとして必要なデバイス特性を実現しつつある。特に放熱性に優れた縦型デバイスにおける量産性、特性向上が着実に成果を挙げられている点を評価したい。
- 深紫外デバイスは、世界最高値の出力特性の実現や更なる効率化に向けた 2D 材料を利用したデバイス構造を試している点も評価できる。
- Si, N イオン注入プロセスにより、縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ノーマリーオン MOSFET を世界で初めて実現し、優れたデバイス特性を実証した点。
- 光非相反特性を解析する基礎理論を構築し、メタマテリアル構造を利用した深紫外領域での新たな光アイソレータデバイスの提案と特性評価を行った点。

**(改善すべき点)**

- 深紫外 LED の成果の社会的価値をより具体的に明確化し、社会実装につなげる戦略はあるか。
- 酸化ガリウム、窒化アルミニウムそれぞれで研究が進展・進化し、技術的蓄積も進んでいるが、それぞれの枠を超えた統括的視点に立ち、ワイドバンドギャップ半導体としての今後の展望を広い視野に立って立案し、科学技術としての研究のすそ野を広げることが望まれる。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- パワーモジュールとして既存デバイスを超える可能性があり、30 年度の着実な研究開発の進展は省エネという社会課題への貢献を期待させるものである。
- 深紫外小型光源は、水銀フリーの殺菌用光源に加えて、飲料水や空気の浄化、光リソグラフィ光源、高密度光情報記録等々、情報通信から安全衛生、環境、半導体産業、家電、医療など幅広い分野で重要となるので社会的価値が高く、また社会課題の解決にもつながることが期待される。
- 酸化ガリウムによるパワーデバイスの特性や電子線照射耐性などの極限環境特性について、昨年に引き続き、社会的価値が大きい成果が得られている。高周波特性に対しては、デバイス作製の問題を十分検討し、電子速度など新たな知見や高性能デバイスへの可能性が得られることを期待する。引き続き、GaN や SiC など他の材料の既存のデバイスとの長短比較や酸化ガリウムならではの応用などに注意しながら進めることも重要と考えられる。深紫外発光デバイスについて出力向上の見込みが得られたことも社会的価値が高い。
- 当該年度においても着実に世界レベルの成果が上がっている。
- 酸化物半導体ではノーマリーオフ MOSFET の作製に成功しており、パワーエレクトロニクス用途での実用化に向けて大きな進展があった。  
深紫外 LED では 500 mW の出力を達成していることから、多くの用途で従来の光源を固体素子に置き換える目途がたった。
- 酸化ガリウムは、パワエレの用途を見据えたデバイス構造(縦型、ノーマリーオフ)を着実なステップで実現しつつあること、酸化物の自己修復特性を利用して、極限環境における回路形成を見据えた技術を展開されていることを電子線評価耐性で評価を進められた。  
深紫外デバイスは、殺菌用途だけではなくメタマテリアル材料としての可能性を示しつつあることを評価したい。



- Nドーピング p-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> チャンネルを有するノーマリーオフ MOSFET の開発に成功し、ターンオン電圧+5 V 以上、ドレイン電流オン/オフ比 5 桁以上等の優れたデバイス特性を実現した点。
- 深紫外 LED の高出力化に向けたデバイス・パッケージ構造を開発し、シングルチップ・室温・連続駆動の深紫外 LED において、500mW の世界最高出力値を達成した点。

**(改善すべき点)**

- 酸化ガリウムでは、高周波デバイスにおけるメリットが素人には分かりにくい。パワエレ向けとして先行する GaN や SiC に対する差異化を意識した形式としてほしい。
- 深紫外デバイスでは、深紫外エリアでのメタマテリアルがどういう意味があるのか。分かりにくい。社会的意義を意識した説明が欲しい。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> デバイスの開発は 30 年度の具体的な計画・目的・目標を順調に達成しており、社会実装に向けた取組として十分な成果を出していると考えます。
- 深紫外 LED は既に一部のシステムへは実装が可能なレベルである。加えて、30 年度には高出力化へ向けた研究成果が着実に得られており、今後、多素子化などにより高出力を要するシステムへの実装も十分期待できる。
- 酸化ガリウムは非常に新しい材料であるため、デバイスの実装はこれからという段階であるが、昨年に引き続き、社会実装への準備的取り組みが積極的に行われている。深紫外発光デバイスについても、高出力素子の社会実装への取り組みが十分行われている。並行して応用における特長や優位性をわかりやすく示していくことも重要かもしれない。
- JST A-STEP シーズ育成という社会実装に適した外部資金も獲得し、資金受け入れ型共同研究そして実施契約を結んで推進していることは高く評価できる。出口としての水俣条約への貢献も広く社会で意義が理解されるものである。
- 研究目的として社会実装を意識したものであり、研究目標を着実に達成していることから、社会実装については実現性が高いものと評価できる。
- 酸化ガリウムは、ベンチャー企業を発足させ、そこでのビジネスが広がりを見せつつある点を評価します。  
深紫外デバイスでは、多くの企業と共同研究を実施され、商品化に向けた具体的に動かれている点を評価します。

#### (改善すべき点)

- 今回の短時間のヒアリングでは社会実装に向けての詳細を聴取することができなかったが、研究開発したデバイスを現実の物とするためには、基板材料の入手をはじめとし、プロセスの

歩留まり改善、コストと市場規模の把握など、さまざまな準備を整える必要があり、NEDOなどを巻き込んだ本格的プロジェクトを推進することが有意義であろう。

- 酸化ガリウムは、難しい点であると思うが、軍事技術への転用をどう考えるか、意思表示も必要かと思います。

項目	(3)フロンティア ICT 領域技術
----	--------------------

## 1. 科学的意義

(1)評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2)コメント評価:

### (評価する点)

- 最大偏角 22.5 度、100kHz 高速動作が可能な狭ピッチ光フェーズドアレイを設計・試作した技術は、その構成法、製作技術の視点から工学的意義が高い。また、シュタルク効果を利用したテラヘルツ波の検出方法の考案は、独創性があり、簡便な光学系で広帯域検出特性があり優れている。SSPD+SFQ 信号処理により高い時間精度で光子同時計測を実証したこと、超伝導量子ビットの実用化に不可欠な基盤技術となる超伝導 TiN による高 Q 共振器を実現したことは、いずれも科学的意義が大きい。
- 300GHz 送信・受信モジュールを用いた高速伝送実験の成功は、優れた工学的成果である。SiN 深堀ドライエッチングプロセスで 20 万の高い Q 値を実現した技術は、小型スペクトル計測装置や高速 ADC の実現に重要となる。
- DNA をレールとする世界最高の分子モーターの開発はインパクトの強い科学的成果で、学術誌の表紙を飾るなど学界からも高く評価されている。
- 高機能 ICT デバイス技術、高周波・テラヘルツ基盤技術、バイオ ICT 基盤技術のいずれも、前年度からさらに新たな成果が得られており、それぞれ科学的価値が大きい。

- シリコン CMO による 300GHz無線送受信回路を実装した受信モジュールを実現するなど従来の超高速伝送達成を目指した高い科学的意義の研究を継続して推進している。
- いずれの分野でも前年度までの技術開発を一層深化・進展させており、学会でも注目を集めていること、A-STEP や科研費の予算獲得に成功していることなどから、科学的意義は十分に高い。  
 バイオ ICT 基盤技術による顕微鏡技術開発は、本研究が単に学術的興味にとどまらず、バイオ技術にかかわる広い分野で科学技術的貢献が期待される。
- DNA 材料は優れたナノ材料で、4つの塩基で Affinity 制御を実現できるというメリットを存分に生かした分子モーターを実現したこと。
- 高周波デバイスでは送受信モジュールの実証実験まで行っており評価できる。
- DNA 上を動く分子モーターの性能評価、超解像顕微鏡の高精度化技術を用いた構造解析、細胞による情報認識機構解明と人工核の技術開発、昆虫脳記憶形成モデルの構築、生物を用いた化学物質混合物の識別は、いずれも独創性、発展性に優れた内容と成果であり、基盤技術としての確立に向けて着実に進められている。
- SFQ コンパレータを用いた時間弁別により、従来の TCSPC モジュールよりも高い時間精度で光子同時計数が可能であることを実証した点。
- サファイア基板上 GaN-HEMT 結晶からレーザ照射等によって基板を分離し、再度 GaN-HEMT 結晶を成長し元と遜色の無い結晶を得られることを示した点。
- SiN 深掘りドライエッチングプロセスを開発し、LER 2nm 以下、エッチング深さ約 600nm を実現して、 $2 \times 10^5$  の Q 値を達成し、10 dB を超える消光比を得ている点。
- DNA をレールとする人工分子素子の性能評価を実施し、世界最速の人工モーターの開発に成功した点。
- 色収差補正法を用いた生体超分子複合体の構造解析を実施した点。

**(改善すべき点)**

- 一方で、高機能 ICT デバイス技術の有機ポリマーのように、高性能材料として開発に成功したものの、ハイブリッド素子では課題が見えてきているものもある。デバイス作製プロセスで克服できるのか、あるいはデバイス特性の段階で再検討すべきか、進捗とともに見極めていくことが必要と思われる。
- 成果をあげたテーマの発展と、技術確立中のテーマの推進と、さらなる進展を期待する。

## 2. 社会的価値

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	A
----	---

評価者 D

評点	S
----	---

評価者 E

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 有機 EO ポリマー/Si ハイブリッド高速光変調器は、AI、IoT システムへの活用が見込まれ、社会的価値の高い技術である。また、光フェーズドアレイは、自動運転システムや映像技術への応用が考えられ、社会課題の解決や社会的価値の創出に繋がる技術として大きく前進している。また、SSPD 関連の 30 年度の研究成果は量子情報通信システムなどに必要な技術で、その社会的必要性が高い。
- 300GHz 送信・受信モジュールを用いた高速伝送実験の成功は、社会的価値の高い成果である。
- バクテリアセンサーの研究は、サントリーとの共同研究となり社会的価値が認められている。なお、一般に、ここで扱うバイオ ICT 基盤技術は長期的な視点からその社会的価値を評価することが適当である。
- デバイスとして材料の性能を十分生かしきれるか、あるいは、他よりも十分高性能なデバイスとなるかなど、これからのデバイスもあるが、材料、デバイス、システムの多くで、前年度に引き続き、高性能デバイスや新たな周波数帯での伝送など、ICT の基盤となる社会的価値のある成果が得られている。
- 生物の情報処理システムに関する研究が、民間企業との資金受け入れ型共同研究に発展しており、食品成分に対する応用周辺での社会価値を有した展開をみせている。

- 高機能 ICT デバイス技術による EO ポリマー/Si ハイブリッド素子は、現状の半導体技術との接合性が高く、社会的要請も高いものと期待される。
- バイオ ICT 基盤技術によるバクテリアセンサーの開発は、この分野の研究が学術的のみならず、社会的にも大きな貢献ができることの証となっている。
- 光フェーズドアレイの LIDAR 応用に関しては、今後の LIDAR モジュールの小型化と低価格化に期待がかかり、意義は大きいと思う。
- 高周波デバイスや超伝導デバイスではデバイスにとどまらない実証実験が進んでおり評価できる。
- 生物の情報検出・処理システムは多様で、情報通信分野に新たなものを産み出す要素を多く含んでいる。従来に無い視点から、生物の情報検出・処理システムを対象とする技術開発を進めることは、イノベーションを通して社会的価値の創出につながる。
- 人材育成として、細胞生物学ワークショップを長期にわたって毎年開催してきており、高い評価を受けており、社会的な貢献が高い。
- 64ピクセル SSPD アレイと SFQ 極低温信号処理とを組み合わせる機械式冷凍機中で完全動作を実証し、FPGA による室温信号処理を含めた光子計数によるイメージングデモを実施した点。
- シリコン CMOS による 300GHz 受信集積回路を実装した受信モジュールを実現し、既の実現していた送信モジュールと合わせて伝送実験を実施し、20Gbit/s の伝送性能を達成した点。
- テラヘルツヘテロダインによる強度・位相デジタル復調技術を高度化し、32QAM の伝送復調を実現した点。
- バクテリアの化学物質混合物に対する識別能の評価を実施した点。

**(改善すべき点)**

- 優れたポテンシャルと、人材育成に関しての実績を有しており、社会的価値の創出に向けて今後のさらなる発展を期待する。

### 3. 社会実装

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

評価者 C

評点	B
----	---

評価者 D

評点	A
----	---

評価者 E

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

(評価する点)

- 有機 EO ポリマー/Si ハイブリッド高速光変調器と光フェーズドアレイは、社会実装レベルに近付いている。
- シリコン CMOS 集積回路による 300GHz 無線送受信集積回路を実装した30年度の伝送実験の成果は、様々な分野での社会実装が可能であることを示している。
- 有機 EO ポリマーなど、デバイスとしてはまだ十分な特性が出ないものでも、材料自体として社会実装に取り組んでいるものや、300GHz における国際標準化活動など、積極的に社会実装に取り組んでいる。
- その他についてもその社会的価値から、引き続き、有機 EO ポリマーなどではデバイス検討、SSPD 関連では応用と評価、テラヘルツ通信では周波数の拡大や大容量化、レーザーリフトオフでは高速性を生かした実装など、社会実装が期待される。
- 社会実装につながる研究成果が出ているところである(今少しそれをわかりやすく示すことはできるかもしれない。)
- いずれの分野でも積極的な共同研究が進展している。  
高周波・テラヘルツ基盤技術の高速伝送の実証、レーザーリフトオフ・プロセスの開発などは、社会実装に向けた重要な証となる。
- 蛍光顕微鏡計測の制度を向上させる色収差補正技術を開発、公開し、その技術を広く利用し



てもらうためのワークショップを開催していること。

- バイオ研究では、技術普及に積極的に取り組んでいる点は評価できる。
- 生物の情報処理システム利用に関して、資金受け入れ型共同研究を民間企業と進めており、基礎研究の成果を社会実装に向けて進めており評価される。
- JST A-STEP に採択され、データ利活用システムのボトルネックを解消する超高速光インターコネクタへの応用、実用化に向けて加速している点。
- 高ガラス転移温度 EO ポリマーと化学安定性向上技術、電荷注入抑制技術などを用いて、狭ピッチ光フェーズドアレイを設計・試作し、最大偏向角 22.5 度、100kHz 高速動作を実証して、LiDAR 応用に向け電機メーカーとの連携に着手した点。

**(改善すべき点)**

- ニューロモルフィックデバイスに関する期待も高まっており、NICT での研究が着実に進んでいることは認識できているが、NICT が考えている展開がもたらす成果の見せ方を検討頂くとうい。
- 社会実装に関し、中長期的な視点からの今後の取り組みを期待する。
- 社会実装の実績がもう少しあるとうい。

分野評価委員会  
オープンイノベーション分野  
評 価

項目	(1) 技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築
----	------------------------------

## 1. テストベッド構築

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- ハードウェア/ソフトウェア開発は充実している(ハードウェアプログラマブルな伝送装置を用いた 90G 伝送実験、100G モニタリング(見込み)、実世界で BLE の電波を使ったモバイルアプリケーションの検証システム AOBAKO を開発、無線伝搬エミュレータの改良)。また運用に関しても、テストベッドの連携の実現、キャラバンテストベッドや LPWA テストベッドの一般向け運用を開始した他、NICT 内部向けのクラウドの開始等、機構内の他の研究開発の実証にも対応したことは、評価する。迅速なフィードバックが望めることを期待したい。  
社会実装に向けたテーマが昨年より 5 割ほど増えたのも、テストベッドの成熟を感じる。
- デバイスからクラウドまで一気通貫の環境構築を行った。保守、運用のコスト削減、効率化を行った。AOBAKO により、多数の移動デバイスが存在する環境での無線のエミュレーションを可能とした。
- 従来に加えて、デバイスからクラウドまでの一気通貫の環境構築はコスト削減上も、よりハイレベルの実験・実証上も役立つ考え方である。

### (改善すべき点)

- M2M の統合運用や AI データテストベッドの一体管理など保守・運用等に関わるコスト削減と効率化に関しては検討が進んでいるが、ネットワーク上で色々なビジネスが実施されるようになり、ネットワークを取り巻く社会的環境は激変している。しかし、違法漫画サイトの問題で判明したように、商用ネットワークはその変化に対応しきれていない。このため、NICT のテストベッドの位置づけは非常に重要になってきている。ネットワークの運用ポリシーの策定とそれ

を実現する技術開発と国際標準化が今ほど必要な時代はない。スライスで提供される各サービスの運用ポリシーはどうあるべきか、それを技術的にどう実装していくべきか、総務省本省の政策立案部門と二人三脚で解決して行って欲しい。各サービスを実現するためのネットワーク運用ポリシーを示し、国民に問うことが今は重要と考える。

- H30 年度の実績に高齢者支援が書かれていない。高齢者などにとって、実際にどこまで有用なシステムになっているか、よくわからない。

## 2. 実証

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- キャラバンテストベッドの拡張、LPWA テストベッドの一般向け運用開始はサービスとして進歩したと理解した。NICT 自体の要員で行えることはかなり努力の跡が見える。また、スマート IoT 推進フォーラムとの連携や資金受入型共同研究を実施し、パートナーの制度を構築したことも技術展開を考えると大きな進歩である。
- キャラバンテストベッドや LPWA テストベッドの運用を拡張し、企業との連携を強めている。タクシー乗客発見支援サービスの実運用検証を行っている。
- スマート IoT 推進フォーラムとの連携などを通して、同時 4 箇所のテストベッド貸し出し拡張や LPWA テストベッドの一般向け運用開始を行なったことは、パートナー制度の構築とともに社会実証に大いに寄与した。

### (改善すべき点)

- テストベッドを利用する際の障壁は格段に下がったが、存在を認知させるには一般国民に届かなければならない。ただし、普及宣伝活動を NICT の職員で行うのは、要員不足。このため、外部人材を積極的に活用したらどうだろうか？例えば <https://coderdojo.com/> のような NPO でも使えるようになれば、小中学生に認知度が格段に上がる。小中学校のプログラミング教育は教育委員会の喫緊の課題でもあり、Win-Win の関係になるかもしれない。もっとも、利用に際した障壁をさらに下げて、使いやすくする必要がある。
- 高齢者見守りサービスを含む、他の生活者向けのシステムの実証も進めてほしい。

### 3. イノベーション創出

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 超多数のコネクテッドカーを対象とした広域無線通信と車車間通信をハイブリッドに用いる DTN (Delay Tolerant Network) 制御アルゴリズムの開発は時期を得ている。また、“すれ違い通信”原理に基づく地域情報伝達、タクシー乗客発見支援サービス等、関連サービスの開発も熱心である。
- 自動車製造会社と共同研究を実施。
- タクシーや自動販売機を用いたサービスシステムを各企業と共同開発している。
- タクシー、自販機という具体的なものを総合して“すれ違い通信”やその情報伝播能力を M2M 基盤上で実施したりということは今後のイノベーションに大いに貢献する可能性がある。

#### (改善すべき点)

- DTN 以外のテーマに関しては、新規の技術である必要はないと思う。会議でローミングの例で指摘しましたが、例えば SIP の性能が QoE 的観点から十分かという点、私はそうではないと感じる。競争に忙しいキャリアはレガシーを改良している余裕はない。そのような瑕疵を指摘し、技術的な改善法を出すことができれば、キャリアをもっと巻き込むことができるのではないかと考える。
- 対象が、自動車や、タクシーに限定されているので、連携先をさらに広げてほしい。

#### 4. 国際展開

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	B
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- 高速化に関しては、国際会議でのデモ、国際連携に寄与している。「アジア初の 100Gbps の回線をもとに、11 月米国の SC 会合におけるプログラマブルな伝送装置を用いた 90Gbps 級国際伝送実験を行うとともに、素粒子実験の国際連携機関(LHCONE)等の研究への回線提供を行った。」が典型である。
- 米国 SC 会合において、90Gbps 級国際伝送実験を行う。LHCONE などに回線提供。
- 100Gbps 回線を有効に使い、米国 SC 会合や LHCONE の素粒子実験研究にも寄与した意義は大きい。

##### (改善すべき点)

- 高速化以外は国際展開が見えない。特に、JGN と StarBED に関しては WEB ページに英語訳があるが、IoT と RISE に関してはない。国際展開を考えると、十分なものではなくても、少なくとも概要が分かるページが欲しい。  
また、「フロリダ大学との CENTRA におけるオーバレイ VPN を用いたスマートコミュニティセンサ・エッジ・クラウド資源動的統合実証実験」や「PRAGMA-ENT: Grid/Cloud に関する国際共同研究のための SDN ネットワーク環境構築」はいずれも RISE に関係した国際展開と考えられるが、少なくとも資料の上では進捗が見えない。
- 海外で、これらの活動が、どのように評価されているか、わからない。海外の人たちと連携を進め、にさらに普及活動が必要である。

項目	(2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化 (4) 戦略的な標準化活動の推進 (5) 研究開発成果の国際展開の強化
----	--

## 1. イノベーション創出

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

<p><b>(評価する点)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• フィールドワークを増やそうとしている点</li> <li>• 今回の制度改善、連携相手、採用テーマ、協力手法いずれも先年度よりも格段の進捗が見られる。</li> <li>• 委託研究課題において、Project Officer として研究を統括し、また、大学とのマッチング研究支援事業を開始するなど、オープンイノベーションの創出を促進する新たな取り組みがなされており評価できる。また、フレキシブル ファクトリ パートナー アライアンス(FFPA)と、知能科学融合研究開発推進センター(AIS)の活動は、国の研究機関として極めて有意義であり、高く評価できる。</li> <li>• イノベーション推進のため、委託研究制度の「プロジェクトオフィサー制度」の導入、「大学とのマッチングによる研究支援」、「技術相談制度」の導入、「戦略的プロジェクト企画推進コーディネータ」の導入等、NICT の人材交流、人材育成・提供することにより一層の効果が期待される。</li> <li>• スマートIoT、フレキシブルファクトリパートナーアライアンス、AIテストベッド、地域のソーシャル・ビッグデータ等について、具体的な成果が創出された点は大きく評価できると思います。これら、具体的なアプリケーションに対応した活動のみならず、アイデアソン、異業種交流などを開催し次の展開につながる活動を積極的に進めている点も評価します。</li> </ul>
---



**(改善すべき点)**

- 委託研究課題、FFPA、AIS 等の取組が、どのようにオープンイノベーション創出につながったか、具体的に示すことが今後求められる。優れた成果を大いに期待する。
- 「地域におけるソーシャル・ビッグデータ、テストベット等を活用した実証実験型研究開発」においては、単に地域課題の解決だけではなく、地域産業や生活・安全等のイノベーションに繋げるため、NICT の人的資源をどのように活用できるかが大きなポイントと考えられます。

## 2. 標準化

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 成立標準数にフォーカスしている点
- 海外の標準化関係機関と直接的取り組みが実施されたのは画期的。
- FFPA における規格化、標準化活動、光ファイバ無線(RoF)技術の標準化活動、IETF におけるマルチキャスト通信の標準化活動等、積極的に取り組んでおり、評価できる。
- 特に、FFPA、光ファイバ無線技術、通信経路追跡プロトコル、量子化鍵技術における規格化・標準化活動は、世界でもその成果が顕著であり高く評価できる。
- 具体的な成果が複数でできた点を評価する。
- フレキシブルファクトリパートナーアライアンスに関連した標準化活動のように、NICT のイノベーション創出活動と連携した標準化の動きは重要であり、それを進めている点を評価します。

### (改善すべき点)

- 日本が先導できる ICT 分野での標準化活動への注力を戦略的に検討することを期待する。
- 研究活動と標準化活動は両輪であり、そのためにも、それぞれの基礎研究所とオープンイノベーション推進本部のそれぞれの研究センターがより緊密に連携することが重要と考えます。
- 標準化戦略についてさらなる明確化を期待したい。

### 3. 国際展開

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 海外研究機関との MOU の取り交わしによる研究ネットワークの形成、および、インターンシップ研修員の積極的な受け入れによる人材育成・人材交流を積極的に行っており、評価できる。また、国際共同研究プロジェクトの推進もなされている。
- ASEAN IVO を中心として海外共同研究プロジェクト推進件数や開始件数、参加機関数も昨年まで以上に増加している点。
- 台湾との共同研究の枠組みを加えることで、着実に国際連携の枠組みを広げている点を評価します。また、ASAN との枠組みで民間企業を含めた取り組みを開始した点は国際連携での社会実装への取り組みにつながると期待できる取り組みとして評価します。

#### (改善すべき点)

- 開始、進行案件が増加しているのは好ましいが、次年度以降着実な成果に繋がるか、その具体的目標もそろそろ見通す必要があるとベター。
- 国際連携による共著の論文業績・特許出願など、数値目標を示して、質の高い研究が達成できているかを具体的に示すことが、今後より重要になると思われる。
- 欧米との国際共同研究での成果が不明なので明らかにすべきです。
- 国際展開での社会実装に向けて民間企業を含め具体的な展開についての検討も進めていただきたい。

項目	(3) 耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進
----	--------------------------

## 1. 実証

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

### (評価する点)

- 立川地区各府省施設を接続する自営無線装置の継続利用化や、8件の防災訓練・実証実験を行い、継続して成果展開活動を行っている第2期 SIP に採択されたことも評価できる。
- 各地域の自治体との連携による実証実験や避難訓練に加えて、首都圏直下型地震を想定し内閣府と連携した帰宅困難者支援訓練や DMAT と連携した緊急医療支援訓練等新たな取組みにも展開している点は高く評価できる。
- 地方自治体連携など社会実証を必要とすることに充分かつ具体的な取り組みが見られる。
- 立川市の取り組みに見られるように研究開発成果の社会展開の定着に向けた取り組みを着実に進めている点を評価します。また、各地の訓練に参加することでより実践に近い形での取り組みを継続していることを評価します。

### (改善すべき点)

- 防災訓練・実証実験を今後もできる限り行い、今後想定される大地震などの災害に備えて、継続的な社会実装の整備ができるような取り組みを期待する。
- 改善ではありませんが、地震、津波による大規模災害だけではなく、近年頻発する集中豪雨・豪雪、超大型台風に対して本研究の有効性の検証なども検討したら良いと思います。
- リソースが NICT だけでは十分ではないと思いますので、他の防災関連の活動との連携を積極的に進めてはどうでしょうか。他の取り組みとの総合的な取り組みとして検討されてもよいと思います。

## 2. 産学官連携

### (1) 評点評価

評価者 A

評点	A
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 11件の展示・シンポジウムなどの開催を行っている。また、キャラバンテストベッドによる地域大学に関する連携環境を充実させ、オープンプラットフォームの体制を整備する試みは評価できる。
- ICTフェア in 東北 2018 や防災推進国民大会等 11 件の展示会、シンポジウム、協議会活動を通して NICT 耐災害 ICT 研究センターでの研究成果や社会実装・実験の取組みを大学、自治体、企業、一般市民にも広報している点は高く評価できる。
- 件数の増加は見られないものの、外部連携において産業界との関わりをより意識した活動が進展している。
- SIP の第 2 期に採択された点は、産官学での取組みを進めるうえで重要なマイルストンの達成として評価できます。また、研究開発成果の取組みの方向性が外部でも評価された結果であり、提案内容だけではなく、これまでの成果が評価された結果だと考えます。

#### (改善すべき点)

- キャラバン型のオープンプラットフォームを用いた共同研究や利活用の推進に対する方策の検討(例えば、賞金付きコンテストの企画など)を期待する。
- もう少し、研究開発された成果物を、産業界に技術移転するなどの展開が期待される。
- 大学間の連携や地域との連携により、成果の普及に努めていますが、これらをシステムティックに行う方法をテーマとして取り上げてみてはどうでしょうか？

### 3. 標準化

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	A
----	---

(2) コメント評価:

#### (評価する点)

- コネクテッドカー専門員会に参加、ITU-D ラポータ、耐災害技術標準化活動などを行っている。
- ITU-D における耐災害技術標準化において副ラポータとしての活動からこれまでのセンターの成果や今後新たに創出される成果の標準化が期待される点。
- 今後の活動での期待でもあるが、テストベッドなどにより実証された成果はプラットフォーム化により標準化への貢献も期待できる。
- ITU-D において継続的な活動を行い成果展開に継続的に努力している点を評価します。

#### (改善すべき点)

- リーダーシップを発揮した、標準化活動の積極的な推進を期待する。
- 国際的な標準化の場においてリーダーシップを発揮して活躍できる人材の確保や育成が今以上に必要と考えられる。
- 標準化した成果をよりアピールすることを検討していただいてはどうでしょうか？それによって本活動での成果を普及するきっかけにつなげることもつながると思います。Defact 化にも取り組まれて、戦略的な展開についても進められてはと思います。

#### 4. 国際展開

(1) 評点評価:

評価者 A

評点	B
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

(2) コメント評価:

##### (評価する点)

- APT Collaboration Research Project や ASEAN IVO などで、継続して国際展開活動を行っている。
- APT Collaboration Research Project におけるタイ国とのダム監視ネットワークの耐災害性強化の実現やスリランカにおける早期警報システムの実証実験の実施や、ASEAN IVO におけるカンボジア・ミャンマーの e-Learning 教育やタイ・マレーシアにおける NerveNet の活用の実施など、ASEAN 諸国を中心に広く研究開発成果の国際的普及に貢献している点を高く評価出来る。
- 海外の地域は限られているが、国際活動の実践がよく意識されている。
- 継続的に海外での活動を行っており、各国のニーズに対応して研究開発成果を展開している点を評価します。

##### (改善すべき点)

- 日本企業の国際競争力強化につながるよう、さらなる国際展開の取り組みを期待する。
- 現地の技術者や利用者が、今後自分達でこのようなシステムを自立的に運用して行けるための技術移転と人材教育をすべきかを検討する必要がある。
- 各国の防災対応活動組織などと連携する取り組みなどを行っていくことや、それらの団体の情報交換や相互の活動例を共有する場を創設するような取り組みを ICT を活用して行われてはどうか？

項目	(6) サイバーセキュリティに関する演習
----	----------------------

## 1. 演習の実施

### (1) 評点評価:

評価者 A

評点	S
----	---

評価者 B

評点	S
----	---

評価者 C

評点	S
----	---

### (2) コメント評価:

#### (評価する点)

- 実費を負担してもらってでも民間からの受講者を受け入れたり、CYDERRANGE の実運用も開始され、またコロッセオカレッジを新設したことは今後の発展の道として極めて好ましい方向に進んでいる。
- コストパフォーマンス上は、自動化演習も大事であるが、サイバーセキュリティのダイナミズム(変化と高度化対応)も忘れないで頂きたい。
- 「CYDER」の前年度(H29)の実績を分析し、需要が顕在化している組織、潜在的な受講が見込まれる組織の両方に対し、周知啓発を強化し需要を喚起しており、今後の受講生の拡大が期待される。サイバー演習自動化システムの実運用の開始により今後の演習事業の省力化を行っている。社会基盤を担う一般企業等からも有償で受講者を受けていることも評価できる。「サイバーコロッセオ」については当初の計画を改訂し育成人数枠を倍増する等、当初の計画よりも顕著な実績となっている。「SecHack365」については、前年度(H29)から複数の進め方の異なるコースを容易する等多様なトレーニー(受講者)に対応するための改善を行っており、順調な事業運営が行われている点も評価できる。修了生が NICT の RA として活躍できる場が提供されているのは、修了生自ら、自身のキャリアパスを考え、研究者としてのキャリアパスもあることを示すという点で非常に良い。
- 社会人の方々にとって最適な場所で、かつ最新のサイバー攻撃の内容について、熟練した講師により演習が実施されているのは、素晴らしい。



- SecHack365 の多様な応募者のニーズに応えるべく、「表現駆動コース」「思索駆動コース」「開発駆動コース」の 3 つのコースを用意し、きめこまやかなサポートを実現する取り組みをされている点を高く評価します。受講者の年齢のダイバーシティは申し分ありませんが、一方で性別が男性に偏っているところは今後工夫の余地があるかもしれないと感じました。

**(改善すべき点)**

- 3 年間の評価の改善すべき点にも示したとおり、自律的に演習受講機会を拡大できる枠組みについて考えて欲しい。
- 演習のメニューがより分かり易いものとなり、網羅性がどの程度あり、かつ重点分野等はどのようなものなのかが示されていれば、さらに良い。

# 総括評価委員会 議事要旨

**国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会  
総括評価委員会 議事要旨**

1. 日時 令和元年 5 月 15 日(水) 14 時～18 時

2. 場所 NICT イノベーションセンター(大手町) 会議室1、2

3. 議事

(1) 開会

(2) 理事長挨拶 徳田 英幸 理事長

(3) 委員長挨拶 酒井 善則 東京工業大学名誉教授

(4) 事務局説明

(5) 業務実績説明・質疑応答 野崎 雅稔 理事

(6) 休憩

(7) 委員協議

(8) 講評 委員長及び委員

(9) 閉会

4. 議事概要

(1) 業務実績説明・質疑応答

平成 30 年度の ICT 分野の基礎的・基盤的な研究開発等及び研究開発成果を最大化するための業務の実績について、理事から説明があり、これらに対する質疑が行われた。

(2) 委員協議

委員長及び委員は、別の会議室に移動し、協議が行われた。

(3) 講評

酒井委員長より、ICT 分野の基礎的・基盤的な研究開発等の 5 分野について、それぞれ、センシング基盤分野は「A」、統合 ICT 基盤分野は「B」、データ利活用基盤分野は「S」、サイバーセキュリティ分野は「S」、フロンティア研究分野は「A」及び、研究開発成果を最大化するための業務のオープンイノベーション分野は「B」とする自己評価案は、妥当とされた。

## 5. 出席者

### (1) 総括評価委員会委員

酒井 善則	委員長	東京工業大学 名誉教授
安浦 寛人	委員	九州大学 理事・副学長
國井 秀子	委員	芝浦工業大学 客員教授
安藤 真	委員	国立高等専門学校機構 理事
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative 代表
有川 節夫	委員	放送大学学園 理事長
松井 充	委員	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監
太田 勲	委員	兵庫県立大学 学長
飯塚 久夫	委員	株式会社ぐるなび 取締役 副社長執行役員

### (2) 情報通信研究機構役職員

徳田 英幸	理事長
田尻 信行	総務系理事
野崎 雅稔	企画系理事
細川 瑞彦	研究系理事
門脇 直人	研究系理事
茨木 久	研究系理事
徳永 誠司	監事
土井 美和子	監事
杉野 勲	執行役
矢野 博之	執行役
安井 元昭	経営企画部長

## 委員長及び委員と担当する評価

(項目別 50 音順、敬称略)

## 【総括評価委員会】

## 委員長

氏名	所属
酒井 善則	東京工業大学 名誉教授

## 委員

氏名	所属	備考
有川 節夫	放送大学学園 理事長	データ利活用基盤分野委員長
安藤 真	国立高等専門学校機構 理事	センシング基盤分野委員長
飯塚 久夫	株式会社ぐるなび 取締役 副社長執行役員	オープンイノベーション分野委員長
太田 勲	兵庫県立大学 学長	フロンティア研究分野委員長
國井 秀子	芝浦工業大学 客員教授	
松井 充	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監	サイバーセキュリティ分野委員長
安浦 寛人	九州大学 理事・副学長	
渡辺 文夫	Fifth Wave Initiative 代表	統合 ICT 基盤分野委員長

## 【分野評価委員会】

## 1. センシング基盤分野

## 委員長

氏名	所属	評価
安藤 真	国立高等専門学校機構 理事	コメントのみ

## 委員

## 【項目】

- (1) リモートセンシング技術
- (2) 宇宙環境計測技術
- (3) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術)
- (4) 電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)

氏名	所属	評価
縣 秀彦	自然科学研究機構国立天文台 天文情報センター 准教授 普及室長・国際普及室長	コメント・評点
大崎 博之	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 教授	コメント・評点
岡本 創	九州大学 応用力学研究所 主幹教授	コメント・評点
久我 隆弘	東京大学 大学院総合文化研究科 教授	コメント・評点
山本 衛	京都大学 生存圏研究所 教授	コメント・評点

## 2. 統合 ICT 基盤分野

## 委員長

氏名	所属	評価
渡辺 文夫	Fifth Wave Initiative 代表	コメントのみ

委員

【項目】

(1) 革新的ネットワーク技術

氏名	所属	評価
浅見 徹	株式会社国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長	コメント・評点
植之原 裕行	東京工業大学 科学技術創成研究院 教授	コメントのみ
宇高 勝之	早稲田大学 理工学術院 教授	コメントのみ
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 取締役	コメント・評点

【項目】

(2) ワイヤレスネットワーク基盤技術

氏名	所属	評価
小林 聖	株式会社フジクラ 先端技術総合研究所 応用電磁気研究部 次長	コメントのみ
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	コメント・評点
三瓶 政一	大阪大学 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授	コメント・評点
篠永 英之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授	コメントのみ

【項目】

(3) フォトニックネットワーク基盤技術

(4) 光アクセス基盤技術

氏名	所属	評価
浅見 徹	株式会社国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長	コメントのみ
植之原 裕行	東京工業大学 科学技術創成研究院 教授	コメント・評点
宇高 勝之	早稲田大学 理工学術院 教授	コメント・評点
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 取締役	コメントのみ

【項目】

(5) 衛星通信技術

氏名	所属	評価
小林 聖	株式会社フジクラ 先端技術総合研究所 応用電磁気研究部 次長	コメント・評点
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	コメントのみ
三瓶 政一	大阪大学 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授	コメントのみ
篠永 英之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授	コメント・評点

### 3. データ利活用基盤分野

委員長

氏名	所属	評価
有川 節夫	放送大学学園 理事長	コメントのみ

委員

【項目】

(1) 音声翻訳・対話システム高度化技術

氏名	所属	評価
宇津呂 武仁	筑波大学 システム情報系 知能機能工学域 教授	コメント・評点
速水 悟	岐阜大学 工学部 電気電子・情報工学科 教授	コメント・評点
中岩 浩巳	名古屋大学 大学院情報学研究科 メディア科学専攻 特任教授	コメント・評点

【項目】

- (2) 社会知解析技術  
(3) 実空間情報分析技術

氏名	所属	評価
安達 淳	国立情報学研究所 特任教授・副所長	コメント・評点
石川 佳治	名古屋大学 大学院情報学研究科 知能システム学専攻 教授	コメント・評点
徳永 健伸	東京工業大学 情報理工学院 教授	コメント・評点

【項目】

- (4) 脳情報通信技術

氏名	所属	評価
麻生 英樹	産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 人工知能研究センター 副研究センター長	コメント・評点
谷藤 学	理化学研究所 脳神経科学研究センター 脳統合機能研究チーム チームリーダー	コメント・評点

#### 4. サイバーセキュリティ分野

委員長

氏名	所属	評価
松井 充	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監	コメントのみ

委員

【項目】

- (1) サイバーセキュリティ技術  
(2) セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術  
(3) 暗号技術

氏名	所属	評価
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター・ サイバーセキュリティセンター 教授	コメントのみ
佐古 和恵	日本電気株式会社 セキュリティ研究所 特別技術主幹	コメント・評点
手塚 悟	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科 特任教授	コメント・評点

#### 5. フロンティア研究分野

委員長

氏名	所属	評価
太田 勲	兵庫県立大学 学長	コメントのみ

委員

【項目】

- (1) 量子情報通信技術

氏名	所属	評価
浅田 雅洋	東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 教授	コメントのみ
今井 浩	東京大学 大学院情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻 教授	コメント・評点
臼井 博明	東京農工大学 大学院工学研究院 応用化学部門 教授	コメントのみ
徳永 万喜洋	東京工業大学 生命理工学院 教授	コメントのみ
中野 義昭	東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授	コメントのみ

村山 浩二	株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 マテリアル技術センター 応用材料開発部 部長	コメントのみ
萬 伸一	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 主席技術主幹	コメント・評点

【項目】

(2) 新規 ICT デバイス技術

氏名	所属	評価
浅田 雅洋	東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 教授	コメント・評点
今井 浩	東京大学 大学院情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻 教授	コメントのみ
臼井 博明	東京農工大学 大学院工学研究院 応用化学部門 教授	コメントのみ
徳永 万喜洋	東京工業大学 生命理工学院 教授	コメントのみ
中野 義昭	東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授	コメントのみ
村山 浩二	株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 マテリアル技術センター 応用材料開発部 部長	コメント・評点
萬 伸一	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 主席技術主幹	コメントのみ

【項目】

(3) フロンティア ICT 領域技術

氏名	所属	評価
浅田 雅洋	東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 教授	コメント・評点
今井 浩	東京大学 大学院情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻 教授	コメントのみ
臼井 博明	東京農工大学 大学院工学研究院 応用化学部門 教授	コメント・評点
徳永 万喜洋	東京工業大学 生命理工学院 教授	コメント・評点
中野 義昭	東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授	コメント・評点
村山 浩二	株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 マテリアル技術センター 応用材料開発部 部長	コメントのみ
萬 伸一	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 主席技術主幹	コメント・評点

## 6. オープンイノベーション分野

委員長

氏名	所属	評価
飯塚 久夫	株式会社ぐるなび 取締役 副社長執行役員	コメントのみ

委員

【項目】

(1) 技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築

氏名	所属	評価
浅見 徹	株式会社国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長	コメント・評点
荒川 薫	明治大学 総合数理学部 学部長・教授	コメント・評点



【項目】

- (2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化  
 (4) 戦略的な標準化活動の推進  
 (5) 研究開発成果の国際展開の強化
- } 以上を一体として評価

氏名	所属	評価
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	コメントのみ
柴田 義孝	岩手県立大学 名誉教授 研究・地域連携本部 特任教授	コメントのみ
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 取締役	コメント・評点
保科 剛	キャナルベンチャーズ株式会社 代表取締役	コメント・評点

【項目】

- (3) 耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進

氏名	所属	評価
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	コメント・評点
柴田 義孝	岩手県立大学 名誉教授 研究・地域連携本部 特任教授	コメント・評点
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 取締役	コメントのみ

【項目】

- (6) サイバーセキュリティに関する演習

氏名	所属	評価
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター・ サイバーセキュリティセンター 教授	コメント・評点
手塚 悟	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科 特任教授	コメント・評点
松井 充	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監	コメント・評点

## 評価軸

### 【基礎研究領域等に共通する評価軸】

【評価軸】 ○科学的意義 ○社会的価値 ○社会実装 ○目的・目標[3か年の実績のみ]

#### ○科学的意義

研究活動等の取組や成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)について、他の類似の研究開発と比較して、独創性、革新性、先導性及び発展性等が十分に大きく、基盤や基礎技術の確立に貢献できているかの観点で評価。

#### ○社会的価値

研究活動等の取組・成果による社会課題・政策課題解決及び社会的価値の創出への貢献について、社会課題や政策課題(例:多様な社会参加の実現、グローバルで自由な交流の進展、社会システムの最適制御等)の解決につながるものであるかの観点で評価。

また、社会的価値(例:安心・安全な社会等)の創出につながるものであるかの観点で評価。

#### ○社会実装

研究開発の成果を社会実装につなげる取組(例:技術シーズを実用化や事業化に導く等)について、研究開発の成果を社会実装につなげる取組として十分なものであるかの観点で評価。

なお、研究開発の内容が社会実装につながるまでに時間を要するものである場合には、今中長期以降を見据えた社会実装のロードマップが適切に描かれているかを考慮して評価。

#### ○目的・目標[3か年の実績のみ]

研究活動等の目的・目標、実施計画の妥当性、進捗状況等について、それらを具体化した目的・目標は「形骸化していないか」、「挑戦的な内容となっているか」、「陳腐化しないか・していないか」、「技術動向や社会経済活動等の変化に対応したものか」、「実施計画の進捗状況」等の観点から評価。

### 【オープンイノベーション分野の評価軸】

【項目】(1) 技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築

【評価軸】 テストベッド構築、実証、イノベーション創出、国際展開

#### ○テストベッド構築

ハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築されているかの観点で評価。

#### ○実証

機構内外の利用者にとり、テストベッドや研究活動等の取組や成果が有益な技術実証・社会実証につながっているかの観点で評価

#### ○イノベーション創出

研究活動等の取組や成果がオープンイノベーション創出につながっているかの観点で評価。

#### ○国際展開

研究活動等の取組や成果が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているかの観点で評価。

【項目】(2) オープンイノベーション創出に向けた取組の強化

(4) 戦略的な標準化活動の推進

(5) 研究開発成果の国際展開の強化

} 一体として評価

【評価軸】 イノベーション創出、標準化、国際展開

**○イノベーション創出**

研究活動等の取組や成果がオープンイノベーション創出につながっているかの観点で評価。

**○標準化**

研究活動等の取組や成果が標準化につながっているかの観点で評価。

**○国際展開**

研究活動等の取組や成果が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているかの観点で評価。

【項目】(3) 耐災害 ICT の実現に向けた取組の推進

【評価軸】 実証、産学官連携、標準化、国際展開

**○実証**

研究活動等の取組や成果が有益な技術実証・社会実証につながっているかの観点で評価。

**○産学官連携**

研究活動等の取組や成果が耐災害 ICT 分野の産学官連携につながっているかの観点で評価。

**○標準化**

研究活動等の取組や成果が標準化につながっているかの観点で評価。

**○国際展開**

研究活動等の取組や成果が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているかの観点で評価。

【項目】(6) サイバーセキュリティに関する演習

【評価軸】 演習の実施

**○演習の実施**

取組が最新のサイバー攻撃に対応できるものとして適切に実施されたかの観点で評価。

## 評定区分の関係

- S:** それぞれの評価軸において、特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。
- A:** それぞれの評価軸において、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。
- B:** それぞれの評価軸において、成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。(標準)
- C:** それぞれの評価軸において、より一層の工夫、改善等が期待される。
- D:** それぞれの評価軸において、抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。

## 評 点 一 覧

[3年間(平成28年度～平成30年度)の実績]

分野名	中項目名	評価軸	評価結果				
			評価者A	評価者B	評価者C	評価者D	評価者E
センシング基盤分野	リモートセンシング技術	目的・目標	A	A	S	A	A
		科学的意義	A	A	S	S	A
		社会的価値	A	A	S	A	A
		社会実装	B	B	A	B	A
	宇宙環境計測技術	目的・目標	A	A	A	A	A
		科学的意義	A	A	S	A	A
		社会的価値	B	A	A	B	A
		社会実装	A	B	S	A	A
	電磁波計測基盤技術(時空標準技術)	目的・目標	A	A	A	A	S
		科学的意義	A	A	S	A	S
		社会的価値	S	A	A	B	A
		社会実装	A	B	A	A	A
	電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)	目的・目標	A	A	S	A	A
		科学的意義	A	B	A	S	A
		社会的価値	A	A	S	A	A
		社会実装	A	A	S	S	S
統合ICT基盤分野	革新的ネットワーク技術	目的・目標	A	A			
		科学的意義	A	A			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	B	A			
	ワイヤレスネットワーク基盤技術	目的・目標	A	A			
		科学的意義	A	A			
		社会的価値	A	A			
		社会実装	A	A			
	フォトニックネットワーク基盤技術	目的・目標	A	S			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	A	A			
	光アクセス基盤技術	目的・目標	A	S			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	S	A			
衛星通信技術	目的・目標	A	S				
	科学的意義	S	S				
	社会的価値	A	A				
	社会実装	B	B				
データ活用基盤分野	音声翻訳・対話システム高度化技術	目的・目標	A	S	S		
		科学的意義	A	A	A		
		社会的価値	S	S	A		
		社会実装	S	S	S		
	社会知解析技術	目的・目標	A	A	S		
		科学的意義	A	A	A		
		社会的価値	S	S	S		
		社会実装	S	A	S		
	実空間情報分析技術	目的・目標	A	A	B		
		科学的意義	A	B	A		
		社会的価値	A	A	A		
		社会実装	B	A	A		
	脳情報通信技術	目的・目標	S	S			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	A			

分野名	中項目名	評価軸	評価結果				
			評価者A	評価者B	評価者C	評価者D	評価者E
サイバーセキュリティ分野	サイバーセキュリティ技術	目的・目標	A	S			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	S	A			
	セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術	目的・目標	A	S			
		科学的意義	B	A			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	A			
	暗号技術	目的・目標	A	S			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	B	A			
フロンティア研究分野	量子情報通信技術	目的・目標	S	A			
		科学的意義	S	S			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	S	A			
	新規ICTデバイス技術	目的・目標	S	B			
		科学的意義	A	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	S			
	フロンティアICT領域技術	目的・目標	A	A	A	S	A
		科学的意義	A	S	S	S	A
		社会的価値	A	S	A	S	A
		社会実装	A	A	B	A	B
オープンイノベーション分野	技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築	目的・目標	A	B			
		テストベッド構築	S	A			
		実証	A	S			
		イノベーション創出	A	A			
		国際展開	B	B			
	オープンイノベーション創出に向けた取組の強化 戦略的な標準化活動の推進 研究開発成果の国際展開の強化	目的・目標	B	A			
		イノベーション創出	B	A			
		標準化	B	B			
		国際展開	B	A			
	耐災害ICTの実現に向けた取組の推進	目的・目標	S	S			
		実証	S	S			
		産学官連携	S	S			
		標準化	B	A			
		国際展開	A	S			
	サイバーセキュリティに関する演習	目的・目標	S	S	A		
		演習の実施	S	S	A		

## 評 点 一 覧

[単年度(平成 30 年度)の実績]

分野名	中項目名	評価軸	評価結果				
			評価者A	評価者B	評価者C	評価者D	評価者E
センシング基盤分野	リモートセンシング技術	科学的意義	B	B	S	A	A
		社会的価値	A	A	S	A	A
		社会実装	B	A	A	B	A
	宇宙環境計測技術	科学的意義	S	A	A	B	A
		社会的価値	A	A	A	B	A
		社会実装	A	B	S	A	A
	電磁波計測基盤技術(時空標準技術)	科学的意義	S	A	S	A	A
		社会的価値	A	A	A	B	A
		社会実装	B	A	A	B	A
	電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)	科学的意義	A	B	A	A	A
		社会的価値	A	A	A	A	A
		社会実装	S	A	A	S	A
統合ICT基盤分野	革新的ネットワーク技術	科学的意義	A	A			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	B	A			
	ワイヤレスネットワーク基盤技術	科学的意義	A	A			
		社会的価値	A	A			
		社会実装	A	A			
	フォトニックネットワーク基盤技術	科学的意義	A	S			
		社会的価値	S	S			
		社会実装	A	A			
	光アクセス基盤技術	科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	S	A			
衛星通信技術	科学的意義	A	S				
	社会的価値	A	A				
	社会実装	B	A				
データ活用基盤分野	音声翻訳・対話システム高度化技術	科学的意義	A	A	A		
		社会的価値	S	S	A		
		社会実装	S	S	S		
	社会知解析技術	科学的意義	S	S	A		
		社会的価値	A	A	S		
		社会実装	A	A	S		
	実空間情報分析技術	科学的意義	A	B	A		
		社会的価値	A	A	B		
		社会実装	B	A	A		
	脳情報通信技術	科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	S			

分野名	中項目名	評価軸	評価結果				
			評価者A	評価者B	評価者C	評価者D	評価者E
サイバーセキュリティ分野	サイバーセキュリティ技術	科学的意義	S	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	A			
	セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術	科学的意義	B	A			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	A			
	暗号技術	科学的意義	A	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	B	A			
フロンティア研究分野	量子情報通信技術	科学的意義	S	A			
		社会的価値	S	A			
		社会実装	A	B			
	新規ICTデバイス技術	科学的意義	A	S			
		社会的価値	A	S			
		社会実装	A	S			
	フロンティアICT領域技術	科学的意義	A	S	A	S	A
		社会的価値	A	S	A	S	A
		社会実装	A	A	B	A	B
オープンイノベーション分野	技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築	テストベッド構築	S	A			
		実証	A	S			
		イノベーション創出	A	A			
		国際展開	B	B			
	オープンイノベーション創出に向けた取組の強化 戦略的な標準化活動の推進 研究開発成果の国際展開の強化	イノベーション創出	B	S			
		標準化	B	A			
		国際展開	B	A			
	耐災害ICTの実現に向けた取組の推進	実証	A	S			
		産学官連携	A	A			
		標準化	B	A			
		国際展開	B	S			
	サイバーセキュリティに関する演習	演習の実施	S	S	S		