

第5期中長期目標期間  
外部評価報告書  
(令和3年度 年度評価)

令和4年6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5期中長期目標期間 外部評価について .....	1
1. 分野評価委員会 年度評価（令和3年度） .....	5
<b>No. 1 電磁波先進技術分野</b> .....	<b>6</b>
(1) リモートセンシング技術 .....	6
(2) 宇宙環境技術 .....	10
(3) 電磁環境技術 .....	14
(4) 時空標準技術 .....	18
(5) デジタル光学基盤技術 .....	22
<b>No. 2 革新的ネットワーク分野</b> .....	<b>26</b>
(1) 計算機能複合型ネットワーク技術 .....	26
(2) 次世代ワイヤレス技術 .....	30
(3) フォトニックネットワーク基盤技術 .....	34
(4) 光・電波融合アクセス基盤技術 .....	38
(5) 宇宙通信基盤技術 .....	42
(6) テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術 .....	46
(7) タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術 .....	50
<b>No. 3 サイバーセキュリティ分野</b> .....	<b>54</b>
(1) サイバーセキュリティ技術 .....	54
(2) 暗号技術 .....	58
(3) サイバーセキュリティに関する演習 .....	62
(4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成 .....	67
(5) パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査 .....	72
<b>No. 4 ユニバーサルコミュニケーション分野</b> .....	<b>75</b>
(1) 多言語コミュニケーション技術 .....	75
(2) 社会知コミュニケーション技術 .....	79
(3) スマートデータ利活用基盤技術 .....	83
<b>No. 5 フロンティアサイエンス分野</b> .....	<b>87</b>
(1) フロンティア ICT 基盤技術 .....	87
(2) 先端 ICT デバイス基盤技術 .....	95
(3) 量子情報通信基盤技術 .....	99
(4) 脳情報通信技術 .....	103
<b>No. 6 Beyond 5G の推進</b> .....	<b>107</b>
2-1. Beyond 5G の推進 .....	107

<b>No. 7 分野横断的な研究開発その他の業務</b>	<b>110</b>
2-2. オープンイノベーション創出に向けた 産学官連携等の強化	110
2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成 によるオープンイノベーションの創出	112
2-4. 知的財産の積極的な取得と活用	115
2-5. 戦略的な標準化活動の推進	118
2-6. 研究開発成果の国際展開の強化	120
2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進	122
2-8. 戦略的 ICT 人材育成	124
2-9. 研究支援業務・事業振興業務等	126
<b>2. 総括評価委員会 議事要旨</b>	<b>128</b>
<b>別紙1 委員長及び委員と担当する評価</b>	<b>130</b>
<b>別紙2 評価軸及び評定区分</b>	<b>139</b>
<b>別紙3 評定一覧</b>	<b>142</b>
<b>別紙4 総括評価委員会の委員コメント</b>	<b>145</b>

## 第5期中長期目標期間 外部評価について

### 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 5 期中長期目標期間（2021 年度から 2025 年度までの 5 年間）では、表 1 に示すとおり、令和 3 年度（今回）と令和 4 年度に年度評価、令和 5 年度に中間評価と年度評価、令和 6 年度に見込み評価と年度評価、令和 7 年度に期間実績評価と年度評価を実施することとしています。

表 1 第 5 期中長期目標期間中の評価

時期	令和 3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度	令和 6 年度	令和 7 年度
	令和 3 年 12 月～翌年 1 月頃 令和 4 年 4 月頃	令和 4 年 11～12 月頃 令和 5 年 4 月頃	令和 5 年 11～12 月頃 令和 6 年 4 月頃	令和 6 年 11～12 月頃 令和 7 年 4 月頃	令和 7 年 11～12 月頃 令和 8 年 4 月頃
実施内容	分野評価委員会 『年度評価』 ※コメント評価 + 評点評価（S～Dの5段階）	分野評価委員会 『年度評価』 ※コメント評価 + 評点評価（S～Dの5段階）	分野評価委員会 『中間評価』 ※コメント評価 + 評点評価（S～Dの5段階）	分野評価委員会 『見込評価』 ※コメント評価 + 評点評価（S～Dの5段階）	分野評価委員会 『期間実績評価』 ※コメント評価 + 評点評価（S～Dの5段階）
	総括評価委員会 『年度評価』 ※見解書	総括評価委員会 『年度評価』 ※見解書	総括評価委員会 『年度評価』 ※見解書	総括評価委員会 『見込評価』 『年度評価』 ※見解書	総括評価委員会 『期間実績評価』 『年度評価』 ※見解書

なお、各評価は、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 4 月頃に開催する「総括評価委員会」で構成し、実施します。

### 2 評価要領

#### 1) 評価対象期間

令和 3 年度の 1 年間

#### 2) 評価対象

表 2 に示す分野の各項目が評価対象。

※以下の 3 つの研究活動等（研究開発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 共同研究や外部資金により機構職員が実施する研究活動等
- ③ 委託研究により機構外の受託者が実施する研究活動等

表2 評価項目

調書No.	分野	中項目
No.1	1. 電磁波先進技術分野	(1) リモートセンシング技術
		(2) 宇宙環境技術 機構法第14条第1項第4号
		(3) 電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号
		(4) 時空標準技術 機構法第14条第1項第3号
		(5) デジタル光学基盤技術
No.2	2. 革新的ネットワーク分野	(1) 計算機能複合型ネットワーク技術
		(2) 次世代ワイヤレス技術
		(3) フォトニックネットワーク基盤技術
		(4) 光・電波融合アクセス基盤技術
		(5) 宇宙通信基盤技術
		(6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術
		(7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術
No.3	3. 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) 暗号技術
		(3) サイバーセキュリティに関する演習
		(4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成
		(5) パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査
No.4	4. ユニバーサルコミュニケーション分野	(1) 多言語コミュニケーション技術
		(2) 社会知コミュニケーション技術
		(3) スマートデータ利活用基盤技術
No.5	5. フロンティアサイエンス分野	(1) フロンティアICT基盤技術
		(2) 先端ICTデバイス基盤技術
		(3) 量子情報通信基盤技術
		(4) 脳情報通信技術
No.6	2. 分野横断的な研究開発その他の業務	1. Beyond 5Gの推進
No.7		2. オープンイノベーション創出に向けた 産学官連携等の強化 (1) 社会実装の推進体制の構築 (2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化 (3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成
		3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出
		4. 知的財産の積極的な取得と活用
		5. 戦略的な標準化活動の推進
		6. 研究開発成果の国際展開の強化
		7. 国土強靱化に向けた取組の推進
		8. 戦略的ICT人材育成
		9. 研究支援業務・事業振興業務等

### 3) 評価方法

「1) 評価対象期間」に示す対象期間の内容について、以下のとおり評価。

#### ① 分野評価委員会

##### ・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 2 参照]で評点評価。

##### ・コメント評価

委員長及び委員が、各項目に設定した評価軸毎に「評定の理由」及び「改善すべき点」について、コメント評価。

#### ② 総括評価委員会

##### ・コメント評価

7分野の業務実績について、研究活動等の計画や進捗について確認を行ったのち、機構の自己評価の妥当性についてコメント評価。

## 3 実施状況

### 1) 分野評価委員会

分野	中項目	開催日
No. 1 電磁波先進技術分野	(1)リモートセンシング技術	令和3年 12月23日
	(2)宇宙環境技術 機構法第14条第1項第4号	
	(3)電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号	令和3年 12月27日
	(4)時空標準技術 機構法第14条第1項第3号	
	(5)デジタル光学基盤技術	
No. 2 革新的ネットワーク分野	(1)革新的ネットワーク技術	令和3年 12月10日
	(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術	令和3年 12月24日
	(2)フォトニックネットワーク基盤技術	
	(5)宇宙通信基盤技術	
	(3)フォトニックネットワーク基盤技術	令和3年 12月3日
	(4)光・電波融合アクセス基盤技術	
(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術		
No. 3 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	令和3年 12月22日
	(2)暗号技術	
	(3)サイバーセキュリティに関する演習	
	(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成	
	(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査	

(次ページへ続く)

分野	中項目	開催日
No. 4 ユニバーサルコミュニケーション分野	(1)多言語コミュニケーション技術 (2)社会知コミュニケーション技術 (3)スマートデータ利活用基盤技術	令和3年 12月15日
No. 5 フロンティアサイエンス分野	(1)量子情報通信技術 (2)新規 ICT デバイス技術	令和3年 12月24日
	(3)フロンティア ICT 領域技術 (4)脳情報通信技術	令和3年 12月21日
No. 6 Beyond5G の推進	2-1. Beyond 5G の推進	令和4年 1月11日
No. 7 分野横断的な研究開発その他の業務	2-2.オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化 2-3.戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出	令和3年 12月20日
	2-4.知的財産の積極的な取得と活用 2-5.戦略的な標準化活動の推進 2-6.研究開発成果の国際展開の強化 2-8.戦略的 ICT 人材育成	令和3年 12月3日
	2-7.国土強靱化に向けた取組の推進 2-9.研究支援業務・事業振興業務等	令和3年 12月6日

## 2) 総括評価委員会

令和4年4月21日 開催

# 分野評価委員会

## 年度評価 (令和3年度)

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(1)リモートセンシング技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>Pi-SAR X3による、世界最高精度15cmの解像度の実証に成功(12月)、普及を加速するドローン搭載機の試作、またレーザー波長制御による水蒸気観測のバイアス抑制など、ハードおよび信号処理双方の進展は、世界最高レベルであり科学的意義が高く評価できる。(「スパース性を利用して、周波数帯域を増やさずに分解能を3倍に」の成果の記述には、成立のための条件を正確に表現すべきと思われるが。)</p> <p>これらの活動はローカル気象現象の予報と原理解明という共通のゴールを有し、総合的に進める国際レベル水準の研究開発であり、NICTの強みとなっている。</p> <p>一方、国際協力で進めるグローバルセンシングでは、気候変動や水環境などマクロな現象解明・予測へのモニタリング武器として、主に信号処理やデータ校正系で測定データから有用な分析・予測をするための準備を行っている。SDGsなどの達成へ向け、長期的で信頼できるデータ蓄積体制に貢献している。</p>	<p>今年度の活動・成果は気候や気象などに関わるものを中心であったが、地震災害予知や対策としても、高精度測位などグローバルかつローカルなセンシングのニーズなど研究課題は山積している。またCOVID-19にも関係して異分野間のデータ分析まで求められることも予想できるので、これらをにらんでBIGデータ解析に対する体制強化を望みたい。特に異分野のセンシングデータを組み合わせ(Cyber空間での努力)、新しい知見、学術的な課題や学際的な因果関係などを発見する姿勢を育てて欲しい。</p>
評価者A	A	<p>Pi-SAR X3に関して、SARデータのスパース性を利用して、帯域を広くすることなく高分解能を達成したこと。ライダーに関して、MP-DIALで2μmのレーザーの波長制御の開発で、種レーザーを内製し、水蒸気観測で5%の精度が実現できることを示しApplied Optics誌に論文掲載したこと、ESA Aeolus衛星搭載のドップラーライダーの水平風プロダクトの地上検証を実施しAtmospheric Measurement Technology誌に論文掲載したこと。</p> <p>1. 3GHzのウィンドプロファイラでアダプティブクラッタ抑圧でクラッターエコーの抑圧に成功し、IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing誌に論文掲載したこと。</p> <p>打ち上げ予定のEarthCARE衛星のドップラー速度のL2プロダクト開発として、全球非静力学モデルNICAMにドップラーシミュレータを用いた解析を全球で実施し、ドップラーの精度解析を実施したこと。</p> <p>次世代型衛星搭載ドップラー降雨レーダで予定されているDPCA方式によるドップラー速度を、Pi-SAR2の観測データを用いて検証し、DPCAの効果を確認したこと。</p> <p>以上からAと評価した。</p>	<p>論文数は、職員とポスドクの人数から考えると、やや少ない。成果の論文文化を強化すべき。関連して、ポスドク確保や外部との共同研究を、より積極的に実施することが望ましい。</p>
評価者B	S	<p>航空機搭載合成開口レーダー、地上設置のMP-PAWRとWPR観測技術、衛星搭載降水レーダー、衛星・航空機・地上と搭載プラットフォームが異なる複数の観測装置の開発研究が予定通り進行中であることは評価できる。中でも、次世代の衛星搭載降水レーダーの信号処理技術の開発において、航空機搭載合成開口レーダーの観測データを活用して優れた開発が行われたことは、研究チーム内で優れた協働が実現していることを示している。Pi-SAR X3の分解能の飛躍的な向上、MP-PAWRに関連して超高速計算機「富岳」を用いた従来にはない規模のアンサンブル・シミュレーションが行われた点も優れた成果である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(1)リモートセンシング技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>地球温暖化や環境現象が社会へ与える影響は、ますます身近に顕在化している。ローカルセンシングは、豪雨予報・防災など目に見える形で、社会の安心安全への貢献がなされている。安価なMP-DIAL、地デジ放送波による観測は普及すれば水蒸気センシングの主演となる可能性もあり有用と思われる。一方、グローバルセンシングは、SDGsをはじめグローバルな持続性や長期予報精度向上に、その重要性が急速に認識されてきている。今年度の活動は気候や気象などに関わるものが中心であったが、地震災害予知などにはグローバルでかつローカルな高精度測位などが重要で、センシング研究課題は山積している。またCOVID-19にも関係して、リモートセンシングとは異なる領域である人間の行動などのデータまで混合した分析が求められることも増えているので、BIGデータ解析に対する体制強化を望みたい。</p>	<p>高機能センサーからの膨大なデータを伝送するための効率的な圧縮技術は、5G、B5Gでの汎用的な価値がある。</p>
評価者A	S	<p>Pi-SAR X3の航空機観測によって技術立証に成功し、世界最高水準の高解像度で被災状況の把握を行えるようになり、また報道発表したこと。MP-PAWRの観測値をモデルに同化し、富岳を用いた超高速降水予報のリアルタイム実証実験を実施し、30秒ごとに30分先まで1000個のアンサンブル予測によるゲリラ豪雨予報を行い、また報道発表した点。 このほか、社会的価値で評価できる成果として、気候変動予測向上に資する目的のJAXAと共同でEarthCARE衛星搭載のCPRの開発と検証システムの整備を行っていること、次世代衛星搭載降水ドップラーレーダのドップラー速度アルゴリズム開発で進展のあったこと。 以上からSと評価した。</p>	
評価者B	A	<p>MP-PAWRと富岳による高速かつ高性能の気象予測実験は近い将来の極地気象予測の先取りとして意義が高い。地デジ放送波による水蒸気観測は、装置のFPGA化と九州各地への試験設備を通して気象観測における実利用に更に一步近づける成果である。EarthCARE衛星の解析アルゴリズムの改良は同衛星の打上げに向け重要な成果である。MP-DIAL用の種レーザー開発はライダー装置の価格低減に向けて良い成果が得られた。</p>	

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(1)リモートセンシング技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>ローカルセンシングの方がグローバルセンシングより短期的に社会実装が進み評価されやすいことはある。実際、前者では具体的な効果や活用実績が示されており評価できる。しかしSociety5.0やSDGsなど2030年を目途とする目標では、直近の実装より将来を志向する中での具体的なユースケースの推定や、それを基にしたバックキャストなどの綿密さを、社会実装の評価に反映する必要もある。一方、5GやB5Gにおいて通信の低遅延が実現すればforecastに対してnowcastの価値や費用対効果も上昇する点も考慮する必要がある。</p> <p>ウィンドプロファイラにおいてクラッタ抑圧に成功した成果は、ISO国際規格策定が目前ということで、重要な社会実装と言える。</p>	
評価者A	A	<p>線状降水帯を対象として、日本アンテナと共同で、九州地区に地上デジタル放送波を利用した15ヶ所の水蒸気観測網を整備しつつあることで豪雨予測精度向上への貢献が期待できる。ウィンドプロファイラに関するISO国際規格策定の議論をリードし、最終国際企画案の発行目前であること。以上からAと評価した。</p>	
評価者B	A	<p>地デジ放送波による水蒸気観測について、実用化を目指した観測装置の企業化の進展は評価できる。ウィンドプロファイラLQ-13の弱点であるクラッタ・エコーの除去技術の高度化とISO規格化に向けた議論の進展は評価できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(1)リモートセンシング技術		
全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	第5期の開始期でもあり、計画との乖離は少ないことは予想されていた。一方、計画の達成度を計るには、目標や計画に定性的な指標が多かった点もあり、概ね計画通りという判定となっている。半面、多岐にわたる分野、チームを統合して進める課題では、より分かり易い目標として定量的な指標を掲げる方が、チームワークを醸成するには有利ではないかと思われる。	「以下は、5つの技術(リモセン、宇宙、電磁環境、時空、デジタル光学)に共通」社会貢献の見える化を通じて、NICTのブランディングをはかることも念頭に入れて欲しい。社会実装の活動や、オープンサイエンス(データ公開の促進)などの場面で、例えば、NICTマークやデータの出典元記載など。学术论文の引用数と同様、この学術データの引用も重要な評価指標となってきている。
評価者A		妥当と考える。
評価者B	会議においても発言したが、MP-PAWR/地デジ放送波による水蒸気/ウインドプロファイラは、集中豪雨などの極端気象の予測の高度化に資する一連の研究として一体的に評価することができる。これに限らず、全体的な研究の方向性についての言及がもっとあっても良いと思いました。	リモートセンシング技術分野は機器開発が主であるため、スケジュールを立てて成果を積み重ねていくという研究スタイルを取る。結果として、今回の外部評価の方向性との親和性は良いといえる。特に今回は初年度なので全体がスケジュール通り進展しているため評価は高い。一方、研究評価においては「望外の成果が得られた」ことを重視する評価方法もあると思うので、そういう面も取り入れて行ってください。

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(2)宇宙環境計測技術 機構法第14条第1項第4号

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>VIPIR2型イオゾンデ観測データからの電離圏F1層のトレース自動検出および電子密度高度プロファイルの導出精度向上や、静止軌道の電子フラックスレベルの確率リアルタイム予測モデルを構築、さらに、太陽フレア予測モデルの信頼性向上(DeFN→DeFN-R→DeFN-Q)などにAIを活用した。加えて、アンサンブル太陽風到来予測システムの本格運用の開始や、太陽嵐の影響の予報・結果の検証、大気圏電離圏モデルGAIAIにおける電離圏全電子数(TEC)データ同化において手法の改良及び入力データの拡大により観測データの再現性を改善したことなど、「データ処理法の開拓」が加速しており、今後、科学技術進展に大きく寄与する成果である。</p> <p>他方、高エネルギーセンサーの開発は5年以上先のひまわり後継機を目指す「ハードウェアの開発」であるが、磁気圏・放射線帯および電離圏の研究に寄与すると思われる。磁気圏モデルによる電離圏電場ポテンシャルの高精度化は、将来の磁気圏電離圏モデル結合に向けて重要である。</p> <p>また、観測網を国際的な協調の基で広げることは、計測制度の向上のみならず、社会実装でもある標準化への布石でもあり、強く意識して継続してほしい。</p>	論文数は(1)リモートセンシング技術に比較して多いが、参考ではあるが、共著者総数も記載してほしい。
評価者A	A	積極的に新しい計算手法・数理科学手法を導入し、予測の改善を行っていることは高く評価できる。	
評価者B	A	<p>全大気モデルGAIAIに対して全球GPS観測網から得られた全電子数データを同化することで、太陽紫外線量パラメータを修正させることで日中の電子密度の推定が改善した。今後はGPS掩蔽観測データの同化も予定されており結果が楽しみである。AI画像認識技術を活用したイオノグラム自動読み取りは従来以上の成果を得ている。太陽風のアンサンブル到来予測や磁気圏シミュレーションによる衛星帯電のリスク評価は、将来の宇宙天気予報の改善につながる重要な成果である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(2)宇宙環境計測技術 機構法第14条第1項第4号

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		それぞれの研究開発は、実装時期はさまざまであるが、いずれも将来、宇宙天気予報業務における、電離圏領域、磁気圏・放射線帯領域太陽風領域そして太陽領域の、予報精度向上につながるであろう成果を得ている。	
評価者A	A	宇宙天気予報ユーザーの意見を積極的に反映させる努力を行うと共に、特にICAOグローバル宇宙天気予報センターの活動を通して国際的な宇宙天気予報に貢献していることは高く評価できる。	
評価者B	A	SEALIONのVHFレーダーや周辺のGPS受信機データの公開は、宇宙天気重要なプラズマバブルの現況や予報への貢献であり社会的価値が高い。今後のプラズマバブルアラートの開発に期待が大きい。静止衛星軌道周辺のプラズマ環境計測は衛星の安定運用に直結する課題であって、ひまわり後継機への計測装置搭載を目指した開発がスタートしたことは大変良かった。GAIAモデルへの電離圏観測データ同化や山川その他で行われている宇宙天気を支える観測システムの堅牢化も高く評価できる。	

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(2)宇宙環境計測技術 機構法第14条第1項第4号

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		宇宙天気予報システムの運用を通じて、過去の長期間の観測データも含めて公開し、また定常的な宇宙天気予報業務は宇宙環境の現況把握に利用されており、内外の科学技術の進展を支えている。また学問的で先進的な挑戦研究を並行して進めているNICTならではの、宇宙天気予報システムの進化、逆に実装のためのニーズが学術研究の目標設定に生かされている。	中期の初年度であるため、調書No.1における自己評価では、社会実装の成果の記載はないのは致し方ない。一方、この欄には、実装の具体形(スケジュールより具体的な形でのユースケース)と実装期待時期を記載するようにするのが、研究担当者にとっても良いのではないか?
評価者A	A	前項と同様にICAOグローバル宇宙天気予報センターの活動は国際的な社会実装の一環として高く評価できる。	
評価者B	S	NICTによる宇宙天気サービスの充実は高く評価できる。特にICAOによる新しい宇宙天気センターへの参画は、その初期からの貢献が実ったものである。関連する標準化や国際協力への貢献も評価できる。新型コロナウイルス感染症の状況下においても、宇宙天気サービスのユーザーとの交流やwebを活用した宇宙天気予報会議や情報伝達に力を入れている点も良い。宇宙天気サービスを下支えする観測システムの堅牢化への努力も続けられている。	

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(2)宇宙環境計測技術 機構法第14条第1項第4号

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
<p>委員長</p>	<p>研究開発スケジュール(中期)では、個別の技術小項目ごとの計画が記されている。しかし、宇宙環境計測技術全体として各項目は連関が強く、モデルの結合など項目間の連携を年度の経過とともに示すなどの工夫が望まれる。5年の間には項目間の進捗に差が生じることもあり、予算や人員など体制も含め、計画の修正・進化を宇宙環境計測技術全体で行うことにも備えて、項目間の連関を記載して欲しい。</p> <p>AIも含めた信号処理に大きな進展が見られた年である。しかしAIの適用にも課題のモデル化は必要であり、AIの活用の落とし穴として、物理モデルの理解から乖離し課題をブラックボックス化してしまうことには危惧もある。推定のためのパラメータを増やした同化も、マクロとミクロの推定精度が相反することもあり、やはり現象の背後の物理や、また観たい現象全体像の正確な把握が重要と思われるためである。これらを配慮しつつ、人間には気が付かない、また新しい発見などにAIを駆使することを加速させてほしい。</p>	<p>(再掲)研究開発スケジュール(中期)では、個別の技術小項目ごとの計画が記されている。しかし、宇宙環境計測技術全体として各項目は連関が強く、モデルの結合など項目間の連携を年度の経過とともに示すなどの工夫が望まれる。5年の間には項目間の進捗に差が生じることもあり、予算や人員など体制も含め、計画の修正・進化を宇宙環境計測技術全体で行うことにも備えて、項目間の連関を記載して欲しい。</p> <p>また5G実現に向けた課題などは、いずれも複数の技術、研究者、組織の協働が必要であることから、電磁波先進技術分野をも超えた協働・連関(特に、AIやビッグデータサイエンス)を計画として見える化することが必要であろう。</p> <p>「以下は、5つの技術(リモセン、宇宙、電磁環境、時空、デジタル光学)に共通」社会貢献の見える化を通じて、NICTのブランディングをはかることも念頭に入れて欲しい。社会実装の活動や、オープンサイエンス(データ公開の促進)などの場面で、例えば、NICTマークやデータの出典元記載など。学術論文の引用数と同様、この学術データの引用も重要な評価指標となってきている。</p>
<p>評価者A</p>		<p>宇宙天気予測の改善を目指した長期的な戦略を作ると共に、どのような予測能力をどれほど改善するべきであるのかをより具体的かつ定量的に考察した中期的計画とその実現のためのロードマップを策定することが望ましい。その際には技術的実現可能性と予報に対する社会的要請を共に考慮すると共に、最新の技術進展に対応して柔軟に計画を見直すことも必要であろう。</p>
<p>評価者B</p>	<p>宇宙天気関連の研究成果は国内外の研究者との共同研究の成果でもある。NICTは研究を実際の宇宙天気サービスに繋げていく結節点として重要であり、今後もその方向を維持してほしい。一方でNICT内の各部署との連携についても、観測データ解析にAI技術が取り入れられ、新たに衛星搭載機器の開発が始まるなど、新しい取り組みが認められる。</p>	<p>研究開発のスケジュールは遅速が付きものであるため、その点を十分考慮した評価が行われるべきと考えている。今回の評価については、初年度ということもあって、スケジュール通りの成果が得られた。新型コロナウイルス感染症の状況下において、様々な努力が払われた結果と捉えている。</p>

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(3)電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		B5G/6Gへ向けて、450GHzまでの周波数の特定、さらに110~330GHzまでの較正体制を構築し、免許申請交付を可能としたことは、科学的活動を加速し、これら周波数の研究で世界を牽引する日本・NICTの成果である。超広帯域パルス電磁界測定は、5G/B5Gに向けて時間領域測定による測定効率化、研究効率化にも大きな貢献が期待できる。	高周波数化に伴い、人体吸収電力解析は負荷が増えるので、高速多重極展開(FMM)を活用することは必須である。一方、計算時間やメモリの低減などのメリットに対し、MLFMMの有効性、精度には前提として満たすべき条件にも配慮が必要である。
評価者A	A	今後重要性が増してくる広帯域・超広帯域での電磁雑音計測に関する新たな計測方法・装置を開発するとともに、学術的知見を着実に創出している。また、より高周波における人体防護の観点から、曝露評価のための新たな高速電磁界計算法の開発、従来の空間分解能を超える温度計測法、生活環境電波曝露の長期レベル変動を明らかにしたことは学術的に大きな価値を持つ。	
評価者B	S	以下の2点を筆頭に、特に顕著な成果を挙げたと判断します。 先進EMC計測技術では、フィルタ回路の開発において、回路設計のみならず基板上への低リアクタンス実装設計技術も総合的に開発することで広帯域測定を可能とした意義は高く、今後、広帯域インピーダンス評価を通じた電磁雑音特性の変動傾向の解析により、高度化した通信機器と電気電子機器の安定的な相互運用の実現に大きく資する特に顕著な成果の創出に繋がると期待されます。 生体EMC技術については、テラヘルツ領域(0.1~0.3~0.6THz帯)において、信頼性の高い導波管プローブの感度係数(利得)の較正を可能とし、また生体組織(皮膚や眼球)の詳細な電気的特性や反射特性を明らかにしたことなど、B5Gに向けて人体ばく露評価における先駆的かつ重要な成果の創出が期待されます。	引き続き先端的な価値を創出して頂きたい。

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(3)電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>電波曝露レベルの測定、統計解析を、定点観測、移動測定で開始したことは、5G以降、多数の電波機器が溢れる社会の今後の電波環境の予測、社会環境維持に欠かせぬものである。オペレータがそれぞれのサービスエリア設計の一環として行う伝播調査とともに、公的機関がこの調査、さらにデータの集積に取り掛かることの意義は、電波行政上、さらに一般の方へ向けてのリスクコミュニケーションの観点でも意義ある調査である。</p> <p>複数機器からの電磁干渉の集積効果の評価での統計確率モデルの確立は、学術的にも大きな課題であり、国際標準化への貢献も大きい。同様に、超広帯域パルス電磁界測定は、B5Gに向けても最重要課題であり、位相中心の実験的探索と複素アンテナ係数の較正、光伝送回路の開拓など、多角的なアプローチで迫っていることを評価したい。較正作業を周波数領域から時間領域へと変換し高速・精密測定を行うための基盤技術となる。</p> <p>NICT提案の電磁妨害波測定中の振幅確率分布(APD)測定における不確かさに関する検討は、今後の測定の指針として価値があると同時に学術的にも新しい知見を与えるもので、APD測定の国際浸透のために、重要な取り組みである。</p>	<p>ワイヤレス電力伝送技術は、用途毎に、伝送距離、伝送電力、周波数ともに多岐に亘るが、確実にまた急速に利用は広まる。空間電力伝送では、多数RFタグやIoT機器を対象として通信用電波に電力も重畳する方向性も検討されており、これに対する放射妨害波測定、周波数共用のための電磁環境測定なども、技術の進展に合わせ体制を整えておく必要がある。30MHz以下に対するループアンテナの較正は、まだその入り口と言える。CPSシステムと定義されるSociety5.0の要でもある5G、B5Gの中でセンシングニーズを支える技術でもある。</p> <p>ワイヤレス電力伝送技術をはじめとして、電波利用の普及に伴い、背景となる雑音レベルは上昇する。その意味でも、電波曝露レベルの測定、統計解析を、定点観測、移動測定で開始したことは、5G以降、多数の電波機器が溢れる社会の今後の電波環境の予測に欠かせぬものである。周波数共用促進のための電波利用モニタリングと併せて、この電波曝露レベルの測定は、国、国研として継続すべき活動であろう。</p>
評価者A	A	<p>電磁雑音の測定・評価法に関して今後の国際規格・標準化等への反映を見据え成果が上がっている。また携帯電話基地局等からの電波曝露レベルについて、大規模な実測により従来明らかでなかった長期レベル変動を明らかにし報道等により情報発信していることは、社会へ正確な科学的知見を与えるうえで大きな価値を持つ。</p>	<p>電磁環境の研究成果におけるアウトリーチ活動は、正確な科学的知見に基づく安全・安心を社会へ与える意味できわめて重要である。例えば携帯電話をはじめとする電磁界の曝露レベル等について、より効果的な情報の発信を検討・実施いただくとうい。</p>
評価者B	A	<p>以下の成果を中心に、顕著な成果の創出を行ったと判断します。 これまで詳細な検証が行われていなかった100GHz超のミリ波帯で、電波防護指針の適合性確認を高信頼度で実現可能な導波管プローブの感度係数の較正法を開発したことは、科学的価値とともに社会的にも顕著な成果と認められます。 携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルを広範囲に計測し、成果発表および報道発表を通して、電波ばく露に対する国民の漠然とした不安感を軽減したことは、顕著な成果と判断します。</p>	<p>引き続き国際標準、国際規格の策定に尽力して頂き、新しい社会的価値の創出に努めて頂きたい。</p>

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(3)電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>国際電気通信連合(ITU)の無線通信部門(ITU-R)が令和元年に開催した世界無線会議(WRC19)における275GHz以上の新たな周波数特定の議論に対し、450GHzまでの周波数を特定させることに成功した実績は、5G推進戦略の中でも日本の強みを堅持する意味でも、標準化が長期的な実装であることを考慮すると、特に高く評価される。</p> <p>また、普及が進む4K/8K放送の受信設備に対する電力較正で国際MRA認定事業者としてのサービス提供など、我が国の得意産業分野でのリーダーシップ維持に貢献している。</p> <p>また、個別技術ではあるが、近接電磁耐性評価用のホーンアンテナの長さ半減設計は、使い勝手の向上で産業界に貢献する。また産業界のニーズを敏感・迅速に反映し開発する体制が機能した点は価値がある。今後も維持してほしい。</p> <p>国際標準化活動や国内外技術基準の策定には産学官の協働、NICT全体での支援が必要である。現在、NICTにおいても最も活発な国内外活動が維持されている分野であることを、高く評価したい。</p>	<p>(再掲)ワイヤレス電力伝送技術は、GPSシステムと定義されるSociety5.0の要でもある5G、B5Gの中でセンシングニーズを支える技術でもある。用途毎に、伝送距離、伝送電力、周波数ともに多岐に亘るが、確実にまた急速に利用は広まる。空間電力伝送では、多数RFタグやIoT機器を対象として通信用電波に電力も重畳する方向性も検討されており、これに対する放射妨害波測定、周波数共用のための電磁環境測定なども、技術の進展に合わせあるいは先駆けて体制を整えておく必要がある。</p> <p>28GHz帯での防護指針適合性の評価は、すでに5Gで緊急の課題となっている。今後ビーム走査の影響や複数機器からの重畳など合理的で効率的な評価方法の確立が、ミリ波帯の活用を促進するために必要である。</p>
評価者A	A	<p>将来の販売を見据えた近接電磁耐性評価用アンテナや標準ループアンテナ等の開発、5G通信で課題となる高周波電波伝搬環境改善法の実証を進めており、社会実装に向けて着実に成果が上がっている。特に数百GHz帯において我が国初となる新たな実験試験局を開設したことは、今後のB5Gを含むテラヘルツ帯の電波利用技術の促進・実装に大きく貢献するものである。</p>	
評価者B	A	<p>以下の成果を筆頭に、顕著な成果の創出を行ったと判断します。</p> <p>近接電磁耐性評価用アンテナを、IEC61000-4-39を満足しつつ長手方向に50%小型化し、近く販売見込みに達したことは、顕著な成果の創出にあたります。</p> <p>30MHz以下で用いるループアンテナの較正方法の開発とそのCISPR規格の策定への寄与に基づき、標準ループアンテナを開発・市販化したことは、今後WPT機器やLED照明の社会実装を強く推進すると考えられ、特に顕著な成果の創出にあたると思います。</p> <p>較正作業では、新規内容を含む80件をコロナ禍のもとで着実に実施したことも、顕著な成果と判断します。</p>	<p>生体EMC技術では社会実装の価値判断が必ずしも容易でないと思われるが、社会的価値に列挙された標準化活動等の成果から、社会実装に繋がっている事例が少なくないと思われる。今後はそれらについても積極的にアピールして頂きたい。</p>

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(3)電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>電波反射・散乱体を用いてマクロな電波伝播を制御する技術は古典的なものであるが、周波数がミリ波、テラヘルツ波と高くなるにつれ、大きな回折損失補償が期待され、また反射体の規模が小さくても有効であるので、実装技術となり得る。この領域の高周波電磁界解析では、光学と波動を繋ぐ解析手法である幾何光学的回折理論分野の活用が有効である。世界中でメタマテリアルを用いて散乱をアダプティブに制御する研究がされているが、そこではMIMO技術との関係、通信システムとしての効果の検証も始まっており、NICTの研究レベルがこれらと比較してどの位置にあるかを、明確にする必要がある。テラヘルツ帯での構想の実現、実証は日本が優位性を維持するためにも推進すべきであろう。一方、メタマテリアル(構造)の構成実現はより低い周波数の方が容易である場合もあるので、ミリ波帯、マイクロ波帯でも同様の技術が有効であり、5Gや60GHz帯でも活用すべき技術である。</p>	<p>中期の初年度であり、全体的には、計画通りの進行と判断できる。研究開発スケジュールの線表にもあるが、項目間の連携が強く求められる。電磁環境技術全体の進捗管理では、個別の計画の遅れなども全体に影響があるので、こまめにこの線表(予算、人員割り当ても含め)の見直し、進化を継続してほしい。</p>
評価者A		<p>スケジュールは妥当であると思われる。業績等に関するKPIがあれば提示いただけると、よりよいと思われる。</p>
評価者B		<p>先端EMC計測技術、および生体EMC技術とも、5GおよびB5Gの帯域を広く適切に対象としていと理解しました。 先端EMC計測技術では、APDIに関する分野牽引的な成果を継承しつつ、妨害波の干渉を受ける無線通信システムの通信品質劣化の度合いを、5やB5Gが新たに想定する利用形態を想定しつつ、適切に評価できるよう研究開発を強化して頂きたいと考えます。とくに、5G以降では複数の無線システムが稠密かつ高モビリティで利用される新たな利用形態に対応することが有用と思います。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(4)時空標準技術 機構法第14条第1項第3号

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>日本標準時の実務機能の強化として、4局から各手法で時刻を継続供給するとともに、光ファイバで遠隔地のNTPサーバによる冗長運用の実証や非常時対応の標準時発生局移転訓練を行った。この運用の中で、光格子時計を標準時刻の実信号生成に使用開始したことは、国際原子時の確度・安定度の向上につながるるとともに、また秒の再定義に向けた絶対周波数の決定という意味で学術的にも極めて大きな貢献である。繊細な装置である光時計に実用標準の機能を獲得させた最先端研究と、日本標準時の実務機能とが1研究室内で同居し連携したことが、機構だからこそ成し得た成功のポイントであり強みでもある。最先端科学を社会実装をにらみながら遂行するという今後のNICTのあるべき方向性を示す活動姿勢である。</p> <p>水素メーザーの周波数評価を国際度量衡局へ提供することで、光時計の国際原子時の歩度較正、さらに秒の再定義へ貢献しプレゼンスを示した国際貢献は高く評価できる。</p> <p>Wi-Fiの時刻・位相同期を活用し、無線電力伝送などでのコヒーレント技術の導入なども、通信と電力の調和的な電波利用への新しい挑戦である。</p>	<p>光周波数標準について周辺の地下水や構造の影響、相対重力との比較は学術的にも未踏領域である。将来の周波数標準の設置位置の検討に生かすとあるが、評価者にはやや難解であった。原理や計画についてより平易な説明が望ましい。</p> <p>活動、人員、共同研究の充実に比して、学術論文の発表が少ない感がある。国際標準化などへの寄与を定量的に示す指標を考案してほしい。オープンサイエンス(データ公開の促進)などの場面で、例えば、NICTマークやデータの出典元記載など。学術論文の引用数と同様、この学術データの引用も重要な評価指標となってきた。</p>
評価者A	A	<p>Sr光格子時計、新型モデム、チップスケール原子時計、Thzカウンタ等の技術革新を着実に達成している点が高く評価できる。特に光格子時計については世界をリードする成果を得ている。</p>	
評価者B	B	<p>成果が上がるのはこれからだが、小金井本部での水準測量と相対重力測定の実施と測量データの解析により標高と重力ポテンシャル値の初期値が得られたことは重要なステップであった。</p>	<p>光格子時計の測地学応用は、国際測地学協会(IAG)傘下のプロジェクトとして Quantum Technology for Geodesy (QuGe、議長はハノーファー大学のJ. Mueller博士)という組織が立ち上がったばかりであるが、NICTを含む日本の関係者からもメンバーを出す等の積極的な関わりを期待する。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(4)時空標準技術 機構法第14条第1項第3号

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>原子時計の小型化低価格化へ向けて、海外依存から脱却し国内生産も可能とする150nmプロセスでの発振器製作の成功は、経済安全保障の意味でも、極めて大きな価値があり、画期的なことである。また、波長可変VCSELの開発は、B5Gのドリフトフリークロックチップ実現への主幹技術であり、中期期間には実装を期待したい。Wi-Wi技術の進展およびB5Gにおける時空間同期通信プロトコルの研究が進められる中、通信遅延を一定値以内に抑制する手法の考案、知財化、標準化活動の推進などは、B5Gへ向けての競争力の獲得への主幹技術であろう。</p>	<p>B5Gへ向けて、時刻空間同期がCPSの情報共有インフラとして大きな社会基盤となることは間違いない。「科学的意義」と「実装」の成果は、各個別技術毎に定義しやすい反面、「社会的価値」の意味は、定義が難しい。周波数や時刻の安定供給、国際標準化への貢献、学術的な興味など、それぞれの項目、技術で時間軸も異なる。評価軸「社会的価値」は定性的でもあり、項目間の技術関係を反映の上、大括りにするのも一案であろう。</p>
評価者A	A	<p>社会的な責務である標準時の提供を確実に実行しつつ、秒の再定義に向けて大きな貢献をしている点が高く評価できる。MEMSによる小型時計の量産化やWi-Wiの応用など、実装に向けた取り組みも期待できる。</p>	
評価者B	A	<p>光格子時計から得られた周波数を用いて水素メーザの一ヶ月の平均周波数を評価し、評価結果を国際度量衡局に提供したことは、UTCの決定に対する我が国の貢献として社会的な成果である。光周波数標準器周辺での地下水変動や地下構造の影響を調べることで周波数変動への地下構造の影響と地盤上下変動との切り分けを定量的に進める取り組みや、国土地理院の協力を得た小金井本部での水準測量と相対重力測定を実施することによる重力ポテンシャル値と光周波数標準の不確かさの評価は、高さ標準として世界で採用される重力ポテンシャル値の国際間の比較や、その自然な原因によるふらつき特性を明らかにする重要な研究で、これから社会的価値を増す課題における良好な成果である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(4)時空標準技術 機構法第14条第1項第3号

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>原子時計チップ・Wi-Wi等複数の要素アイデアと研究室発の「時空間同期技術」の統合として、B5G/6G時代のネットワークにおける時刻・クロック管理の提案とその標準化を狙って活動している。ITU-R WP5Dのトレンド調査や、3GPPのRelease 18での課題”5Gの時間敏感通信及び高信頼低遅延通信”を世界的なキャリア・ベンダーと共に設定する等の活動を開始した点は実装の観点で重要である。</p> <p>NICT発の搬送波位相利用比較法は、遠隔比較技術の高精度化という科学的価値も大きい が、NICT開発による新モデムの国際配布によるパートナー獲得により普及が促進されるとともに、産業移転や標準化という実装の観点でも重要な進歩である。</p> <p>Sr光格子時計の時刻発生運用開始など、社会実装では大きな前進である。今後の継続により間違いなく業務として国際貢献、社会貢献が大きい。また、度量衡の国際委員会CCTFでのリーダーシップなど、2030年に予定される秒の再定義へ向けて、主導的+継続的に活躍していることを評価したい。</p> <p>テラヘルツの信号発生、小型周波数カウンター開発などは、Beyond5G/6G時代の産業や研究を支える技術基盤を確立することに寄与する。また、NICTが世界に先駆けてテラヘルツの周波数標準を確立しグローバルな普及を目指すことで、この分野の日本の競争力向上が期待できる。</p>	
評価者A	A	<p>光格子時計を国家標準時に初めて実装した価値は高い。開発したモデムやWi-Wi等のシステムは実用化されつつあり将来性が期待できる。</p>	
評価者B	A	<p>ストロンチウム(Sr)光格子時計を基準とした時刻信号発生システムを構築し運用を開始するとともにこの時刻信号発生システムが生成する時刻信号を用いたUTC(NICT)の定期的な歩度調整を開始したことや、標準電波・光テレホンJJY・NTP等の各手法によりほぼ停止することなく時刻を供給するとともに安定した時刻供給に向けた取り組みを行っていることは、東大で開発された革新的な原子時計である光格子時計の恩恵を社会に還元するための基本的な研究課題における重要な成果である。日本標準時の周波数と時刻信号の双方とも精度を劣化させずに配信するシステムを開発し、システム内の遅延校正法につき検討を推し進めるとともに評価検証を行ったことや、原子時計チップ・近距離無線双方向時刻比較技術(Wi-Wi)等複数の新しいアイデアと研究室で蓄積してきた時空標準技術を融合させた新たなパッケージ「時空間同期技術」としてB5G/6G時代のネットワークにおける時刻・クロック管理の提案を開始し、関連する活動に取り組んでいることは、それらを遠隔地に配信するための基本的な研究課題として重要である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(4)時空標準技術 機構法第14条第1項第3号

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	萌芽的な学術研究から、継続的なサービス提供まで、活動が極めて広範囲であり、時空標準技術としての大きな流れ(周波数・時刻生成、供給、未踏領域開拓)を理解するのが若干難解である。調書No.1の項目のまとめ上げ、加えて、研究開発スケジュールにおいても、異なる項目間の関係、連携(協働やAlternative)が示されると、分かり易いと感じる。	「以下は、5つの技術(リモセン、宇宙、電磁環境、時空、デジタル光学)に共通」社会貢献の見える化を通じて、NICTのブランディングをはかることも念頭に入れて欲しい。 (再掲)社会実装の活動や、オープンサイエンス(データ公開の促進)などの場面で、例えば、NICTマークやデータの出典元記載など。学术论文の引用数と同様、この学術データの引用も重要な評価指標となってきた。
評価者A		
評価者B		

令和3年度外部評価結果【No. 1】電磁波先進技術分野(5) デジタル光学基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>小型のホログラムセンサーの開発は、3次元顕微鏡や透明体の定量可視化など、学術および応用の両面で発展へ繋がる成果であろう。</p> <p>光学系HOEの設計へ、ハード的アナログ的な極限の追求と対照させる形でAI機械学習を用いた構成手法を導入したことは、最近のデジタル科学技術の活用として、効果が大きいことを実証している。得られる結像の特性は素晴らしいが、機械学習のレンズ設計結果を理論的レンズ設計と比較することで、ハード的アプローチにも実装制約を加味した新しい知見が得られる期待がある。</p>	<p>機械学習などの適用は、到達した成果だけで評価されることが多いが、技術の一般化、汎用化を目指すには、その背後にある物理や原理も理解することが必要である。AIのための問題の定式化には物理的な理解が必須であり、設計の複雑さゆえに、ブラックボックスを過大なものにしないように心がけて欲しい。誤差や雑音などの影響、安定性、効率性、コスト、限界性能の把握など、学術的研究課題からスタートしても、社会実装にはAI活用時の評価の定式化時には、これらの制約などの表現として、膨大なパラメーターからの俯瞰的選択など物理的理解も重要な場合が多い。</p>
評価者A	S	<p>高精細なホログラムが印刷できるホログラムプリンタは世界的に見ても数が少なく貴重な研究資源となっており、ホログラムプリンタを十分に活用した研究開発(HOPTECH)は高く評価できる。また、ホログラフィの研究が一般的には大がかりな光学系のもとで行われるのに対して、手のひらサイズのホログラフィック顕微鏡は将来性を感じさせるものであり、掲載誌のEditor's pickにも選ばれている。さらには新たにAI技術を導入するなど、積極的な研究展開を行っている点も期待できるところである。</p>	<p>堅実な研究成果は十分であるが、欲をいえば、さらに高いレベルのジャーナルでの発表を期待したい。</p>
評価者B	A	<p>HOPTECH技術に関して、従来、タイリング方式の波面プリンタによるホログラム作成においてタイル間の位置ずれや位相ずれによる影響の評価が十分行われていなかった。本研究において連続的な波面を記録可能とし、これを波面計測により実証した点は革新的である。世界的にも他に例がなく、先導性・発展性が大きい。国内外の学会において数多くの招待講演を行っている。</p> <p>デジタルホログラフィーは顕微鏡における定量位相イメージング分野等で実用化され、近年もCOVID-19の診断への応用など、世界的に注目されている領域である。本グループからはトップレベルの国際学術誌に多数の論文が採録され、またEditor's Pickにも選出されていることは、顕著な成果が国際的にも注目されていることを示している。</p>	<p>機械学習を用いたHOEの設計手法の開発については興味深い活動と言えるが、単にAIやDLを応用するだけに留まらず、新たな価値を創出することを期待したい。本研究担当者はHOEの機能の限界を熟知しているはずであり、従来技術では設計が難しい例を示し、応用面での意義が理解できるような形で結果を出すことができれば大きなインパクトがある。一方、複数枚を重ねても物理的に実現できないような機能や、他の手段でも容易に設計できるようなものを示しても単なる論文のための研究になってしまう。今後の有意義な展開を大いに期待したい。</p>

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(5) デジタル光学基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		測定の高速化、設計の効率化あるいは新しい発見などを通して、Matureとされていた光学技術に新たな展望可能性が生まれている。	技術の進展を計る評価指針は、特に社会的価値は相対的な物であり環境も含め変化する。AI適用の際にはモデル化と評価の定式化、そして条件の指定が客観的であるとともに変化に柔軟であることも求められる。
評価者A	A	積極的に民間企業と共同研究を展開しており、HOPECHや光通信、光AIの取り組み及び成果は「デジタル光学基盤技術」に期待されている社会的な要請に合致している。ホログラフィック顕微鏡では東北大学と共同で細胞の3次元観察に成功しており、将来の医療応用などにつながるものと期待される。	現状で十分であるが、産業界を中心に社会的な要請の高い分野であるので、将来を見据えた共同研究等を継続してもらいたい。
評価者B	A	HOPECH技術は、次世代の視覚インタフェースとして注目されているARディスプレイの他、自動車のUIや非接触ユーザインタフェースなどに革新をもたらす可能性があり注目されている。しかし応用対象分野とは異なる性質の技術開発が必要で、実用技術としての開発目標が明確ではなかったため、企業では継続的な研究が難しかった。一方、HOEの高精度記録には特殊設備の運用やノウハウの積み重ねが必要であることから、数年で学生が入れ替わるような大学等での研究にも限界があった。NICTのような研究機関において研究開発を進めることは社会的課題の解決に向けた基盤技術の革新につながるもので、極めて大きな意義がある。 HOEの通信分野への応用は注目されている技術であり、赤外光での検討を前倒しで実施し、研究が進んでいる。産業界との連携もあり、社会課題・政策課題の解決に必要な情報通信技術の高度化に向けて、今後の成果が大いに期待される。	デジタルホログラフィーは前述の通り世界的に関心が向けられている分野であり、その中で注目される成果を挙げている点は高く評価される。一方で、既にデジタルホログラフィック顕微鏡の製品は実用化しており、医学的・生物学的な意義なども示されているので、本グループがどのような出口を目指すのか、やはり応用面からの位置づけを明確にすると更に有意義な成果につながると考えられる。

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(5) デジタル光学基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		共同研究のスタートや進展などの実装成果はまだ規模が小さいが、これを刺激に産業の種とする方向、Society5.0の中での貢献を念頭に、ユースケースの探索を継続してほしい。	産業界などの協働パートナーができたことは望ましい。一方、この分野での長期目標、特に定量的目標はまだ具体的には言及されていない。この協働を通して普遍的で長期的な技術課題、目標設定をしてほしい。
評価者A	A	波面プリンタによって作製されたH0Eを自動車のヘッドアップディスプレイや光通信素子に応用しようとする研究活動は社会実装を見据えたものと高く評価できる。	コンピュータホログラフィの実用化(社会実装)は長年にわたって実現しそうでしていない。本研究グループに当該分野における研究開発の指針となるロードマップを明確に示してもらえると大変有用だと思われる。
評価者B	A	HOPTECH技術に関して、セル間の位相を連続的に記録できるようにした点は、産業応用に向けて非常に大きなインパクトがある。また企業等との共同研究などを通じて社会実装に向けた活動が進んでいる。	改善するべき点とは言えないが、今後の活動の参考にして頂きたい点を以下に記しました。 既に社会実装を意識した優れた活動を行っているが、デジタル光学基盤技術は、そのポテンシャルを熟知する技術者から新たな応用を提案していくことが望ましい。そのために、具体的な応用分野の関係者に対するデモンストレーションなどの活動により、応用分野の探索を行えると良い。開発技術の意義について、応用対象の具体的な課題解決や新たな展開につながるようなデモンストレーションを通じて明らかにすることを目指して欲しい。様々な応用分野の関係者との関係構築やデモのアレンジは、研究者だけでは難しい部分もあると思われるので、マネジメントとしての支援があると良い。

令和3年度外部評価結果【No.1】電磁波先進技術分野(5) デジタル光学基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>波動を駆使した学術研究であるが、社会実装が見えやすい分野でもある。Society5.0やIndustry4.0の中でのシステム、通信ネットワークなどへの繋がりとしての位置付けは今後であろうが、デバイスや機器としての個別であっても有用なユースケースを提案することが、この技術の得意とするところであろう。</p>	<p>中期の初年度であり、計画通りの進捗と判断できる。 (再掲) 産業界などの協働パートナーができたことは望ましい。一方、この分野での長期目標、特に定量的目標はまだ具体的には言及されていない。この協働を通して普遍的で長期的な技術課題、目標設定をしてほしい。</p> <p>成果は、短期的にも一般の方にも理解しやすく、あるいは興味を持ってもらうことができる技術であり、大いにNICTのプレゼンスを高めて欲しい。中期計画の流れ、Society5.0やB5Gの中でのフレームワークの中での貢献は、徐々にイメージを深めてほしい。</p>
評価者A	<p>コンピュータホログラフィの実用化は近いように見えてなかなか実現できないでいる。当該分野においてNICTは唯一の国立研究開発法人であり、本研究グループがぜひ当該研究分野を先導してもらいたい。</p>	<p>本研究グループの強みが活かされた目標設定であり、良いと思います。また、実用化に向けて計画を前倒したり、時宜に応じて新規のテーマ(光AI関連)を加えるなど、良い方向に柔軟に対応しており、評価できると思います。</p>
評価者B	<p>既にHOPTECHの技術項目では民間企業との間でOpen Innovation的な取り組みを進めているが、さらに広げていけると良いと思います。それと並行しつつ、後述しましたが、広い視点から応用分野を開拓する取り組みにも期待します。</p>	<p>ここに記載すべき点であるかわかりませんが、デジタル光学基盤技術は、Beyond 5Gに向けた取り組みとしても重要な位置づけになると考えられるので、その点も強調して進めていった方がよいのではないかと感じました。例えばBeyond 5Gの重要な利用先としてVR/ARがあるが、眼鏡型ARの普及のカギは軽量でファッショナブルなARグラスとも言われており、ホログラム印刷技術の高度化に貢献する部分は大きい。さらに自動車向けディスプレイなども含めて、グラス型AR及び従来のARを超える視覚情報に基づくユーザインタフェースの高度化はBeyond 5Gのコンテンツとして研究開発が望まれる分野と言えます。そのような点がどこにも記載されていないのが気になりました。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (1) 計算機複合型ネットワーク技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		Level 4 運用自動化という目標に向け、CPUリソース利用の分析と予測を複数の技術を組み合わせて大きく改善できていること、それを論文発表している点を評価します。	計算機複合型ネットワーク技術におけるネットワークテレメトリーによる大規模ネットワーク制御技術と遅延保証型ルーター技術の課題は、どうしても改善型改良型の研究になりがちである。順調に成果を出していることを評価する一方で、従来とは全く異なる考え方によるイノベーションが起きるはずという強い思いをもって活動することで、次元の異なる着想を得ることも期待します。
評価者A	S	初年度ということもあり、先進性を狙った研究が試みられていることがよい。多様なアプリケーションのQoS保証のための研究開発に関しては、ネットワーク制御に関するフラッグシップカンファレンスであるIFIP/IEEE IMでの採択と、ネットワーク仮想化の国際学会IEEE CloudNetの招待講演により、分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信を実現するための研究開発に関しては、採択のハードルの高いIEEE NetSoftや、IEEEのフラッグシップ会議であるGlobecomに採択により、先進性・有効性が学会レベルで国際的に認められている。特に、量子鍵配送ネットワークのためのネットワーク内キャッシュ・経路制御方式を提案し、量子暗号鍵の利用効率を2.5倍以上向上することを確認した IEEE Globecom 2021の論文は、特筆評価したい。遅延保証型ルーター技術としての研究開発に関して、高性能なプログラマブルルーターを従来の約4倍の回路規模と約7倍の内部メモリを有する次世代 FPGAを前提に、実際に基本設計・開発を実施しているが、世界的な半導体不足のため実装・実験は遅延されているのが残念である。	項目全体とほぼ同じ。遅延保証型ルータで授業をユースケースに取り上げているが、ハードルを上げて、リモートで漫才をやるようなユースケースも考えられる。違和感なくツッコミを入れられるようなネットワークも目指して欲しい。
評価者B	S	全般に計画通りで順調に進めておられる。ネットワークを単なる情報伝達手段としてとらえるのではなく、柔軟な機能を提供するプラットフォームとしてとらえ、新しい科学技術への貢献が期待できる内容を含んでいる。 特に、テレメトリーに前中期で個別に研究したAI技術をカスケード接続して自動連携させる新しい展開を行い、Beyond 5Gにおいて求められる高品質通信に向けたネットワーク制御技術への取り組みを順調にスタートさせ、この成果がフラッグシップカンファレンスで採択されている。 また、ネットワーク内で機能を提供するアーキテクチャとして、アプリケーション特性や情報鮮度、有効範囲などの情報そのものが持つ特性に応じて扱いを変更する新しいアーキテクチャとして情報特性指向型ネットワークを実現するプラットフォームの基本設計を行っている。これらの成果に対し、高いレベルの国際会議に採択され、また国内での招待講演を実施している。さらに、新しい試みとして、量子鍵配送ネットワークへこのアーキテクチャの適用を検討し、フラッグシップ国際会議に採択されている。 このように、計画の1年目で順調に成果を挙げているとともに、情報特性に着目した新しいアーキテクチャの実現に向けてプラットフォームの設計を行い、さらに量子通信への適用という新しい試みにもチャレンジし、科学的意義の面から将来的に特別な成果が期待できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (1) 計算機能複合型ネットワーク技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Level 4 運用自動化は、複雑巨大化するNWを運用していくために重要な社会的価値の高い目標と言えます。通信事業者等と連携した研究は、具体的な価値に結び付けるために大事な活動であると評価します。</li> <li>・ 遅延保証型ルータの研究を実際の利活用シーンを設定して実証検証するアプローチは高く評価します。技術指標オリエンテッドではなく、課題オリエンテッドに研究を進められることを期待します。</li> <li>・ 情報特性指向型NWは、IPルーティングNWの様々な社会的な課題に抜本的な解を与える可能性がある。それだけに巨大なNWの中にどう埋め込んでいくか、あるいは置き換えていくかは難しい課題と言える。そのため、機能要素を上手に切り出してフォーカスを当てる研究アプローチが重要と考えられ、分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術についての研究開発は、適切なアプローチで研究を推進していると評価します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運用自動化は、少子高齢化と言う社会課題において、技術者はどんな役割(仕事)をすべきかと言う面から深掘りしておく必要がある。レベル4運用時に人間が果たす役割や人間とAIの責任の所在、レベル4運用の安定性・安全性やテロや災害時の振る舞い、など真に社会的価値のあるものにするためには、レベル4の技術的実現と言う目標だけでは不十分ともいえる。社会課題から鳥瞰してさらに素晴らしい活動になることを期待します。</li> <li>・ ハッカソンのようなオープンな場での活動も行っていることを評価します。ハッカソン等は単に啓蒙活動と捉えずに、多様な才能が交錯することで自らが新たな気づきを得てブレークスルーを生む場であると捉え、より積極的な扱いをする必要がある。</li> </ul>
評価者A	A	<p>B5Gの方向性が不明瞭なため、B5Gとこの研究がどれだけ整合しているか現時点では評価できないのでAとした。制御管理対象基盤として、他の通信基盤との相互接続性を有する基盤の実現に関して、ETSI OSM (Open Source MANO)国際標準をベースとし、他の通信基盤との相互接続性を有する新プラットフォームを初期実装し、技術の連携実証に向けて、欧州の通信事業者および大学との共同研究契約を締結しているため、今後の発展が期待できる。ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術における標準化活動に関して、通信事業者、SI事業者とともに「AIによるネットワークサービス提供の機能フレームワーク」が、Y.3178 (Functional framework of AI-based network service provisioning in future networks including IMT-2020)としてITUにて国際標準化され、社会的価値・実現可能性が高い。分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信を実現するための研究開発について、ITU-T SG13において、ICNIによるヘテロロジーニアスなアプリケーション環境の連携機構について、Y.3077 (Framework for interworking of heterogeneous application domain connected objects through information-centric networking in IMT-2020)が勧告承認されたこと、ネットワーク内符号化処理の具体的な技術方式と要件をIRTF標準化文書として提示し、RFCとして認定される見込みがあることを評価したい。論文に終わらず、標準化もきっちり進めていることを評価したい。</p>	<p>低遅延等のアプリからネットワークへの要求を出すAPIに関して工夫の余地があると思いましたが。ネットワークの機能をモジュール化し、それを組み合わせてサービスを構成するネットワークの理想形を考えた場合、モジュールとは何かからスタートしないといけない。幸い、キャリアやメーカーと標準化で協業しているため、このプロジェクトにはそのような夢を託したい。</p>
評価者B	A	<p>Beyond 5Gに向けてアクセス部分の大容量化が進められるなか、エンドツーエンドのユーザ品質を向上させるため、コアネットワークにおいても高品質通信の提供が社会的にも求められている。本項目「計算機能複合型ネットワーク技術」は全体として、高品質通信を担保しつつネットワーク自体がユーザ要求に対応して高機能化し、様々なユーザ要求に柔軟に対応することを目指している。特にネットワーク制御の自動化による高品質通信の確保、遅延保証型ルータの開発と社会実装による展開、情報特性に着目した新しいアーキテクチャの展開、により低遅延を実現しつつユーザに様々な機能を展開することを目指しており、ネットワーク技術の観点でBeyond 5Gの社会的普及に寄与する重要な技術課題に取り組んでいる。</p>	

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (1) 計算機能複合型ネットワーク技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		ITU等の国際標準化、IRTFのような実装ベースの標準化は、社会実装に向けた1つの出口戦略として高く評価します。継続した活動が望まれます。	遅延保証型ルータは、オンプレミスNWでの社会実装をまずは目指していると思われる。その場合に重要なのは、具体的なオンプレNWにおいてその課題解決を図ることで、その活動は高く評価します。一方、遅延は大きなNWでも重要な課題であり、社会的価値もより大きいと言えます。この技術を大きなNWに向けて展開していくためにはどうしたらよいかと言う問題設定をすると、実装に向けた活動が変わるだけでなく、今のアプローチとは異なるアイデアの源泉になる可能性もある。前広な検討で更なる成果を期待します。
評価者A	A	初年度で社会実装を評価するのは難しいので、意気込みで評価したい。多様なアプリケーションのQoE保証のための研究開発に関して、昨年度に実施した総務省直轄委託研究で、外部機関(通信事業者の研究所)のネットワークと相互接続検証した実験結果を、国際会議iPOPに出展して対外アピールしたこと。ネットワークテレメトリーによる大規模ネットワーク制御技術における標準化活動に関して、通信事業者、SI事業者とともにY.3178 (Functional framework of AI-based network service provisioning in future networks including IMT-2020)としてITUにて国際標準化したこと。遅延保証型ルータ技術としての研究開発に関して、開発・検証実験のため、外部機関の高専と共同研究体制になったことは、他のテーマに関しても協力が得られる可能性がある。分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信を実現するための研究開発に関して、ITU-T SG13において、Y.3077 (Framework for interworking of heterogeneous application domain connected objects through information-centric networking in IMT-2020)が勧告承認され、さらにネットワーク内符号化処理の具体的な技術方式と要件をIRTF標準化文書として提示し、RFCとして認定される見込みであること。いずれも、標準化をコアに社会実装に前向きと思います。	社会実装に向けて、ユースケースとなるアプリケーションを深掘し、ネットワークへの要求仕様を突き詰めたほうが良いと思います。たとえば、「低遅延」の定義を見直しても良いのではないのでしょうか？まず、遅延の平均値と分散(ジッタ)に関して目標値を設けたほうが良い。さらに、ルータ単体ではなく、ネットワークシステムの平均遅延を考えた場合、対象とするパスを通過する時間が光の通過時間の何倍かで議論すると低遅延アプリケーションとのマッチングを取りやすいのではないのでしょうか？
評価者B	A	全体として社会実装も視野に入れ、項目内の3つの課題に取り組んでいる。特に、低遅延ルータについては、FPGAを用いたリアルタイム通信の実証実験として、外部教育期間と共同で遠隔授業をアプリケーションとし取り組んでいる。最近の半導体事情により、次世代FPGAの納品が遅れているものの不可抗力によるものであり、この次世代FPGAを用いた発展に向け準備を進めている。	

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (1) 計算機能複合型ネットワーク技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	AI活用の研究では多くの場合、「従来に比べ〇〇が△△倍改善」的な成果になりがちである。そのトップデータ自身は素晴らしい成果であるが、なぜそのようになるかの分析は困難である場合が多い。その分析と洞察が深いと、次なる改善や更にはジャンプアップが期待できる。	<p>・目標としてのキーワードとして、高品質、大容量、超低遅延、省エネ、信頼性、拡張性などが並ぶが、明確な数値目標が設定されず定性的・感覚的な目標に留まっている。数値目標の設定は容易ではないが、設定を試みるにより、なぜその研究が必要か、そのレベルに達すると社会や生活がどう変わるのかのインパクトを自ら深く認識することができる。また、改良型研究でよいのか、ブレークスルー必須の研究なのかを峻別することもできる。</p> <p>・社会課題と言うより技術課題からスタートしている面が色濃く感じます。10年後20年後の社会課題の認識を持って、その課題の解決に技術面から貢献するという建付けがもっと必要ではないか。そのため、「出口戦略」として技術に関するHowは書かれているが、社会課題に対するto WhatとHowが読み取れない。技術課題を設定したらそれを社会課題に戻してどこにどう貢献するのかをループチェックすることが望ましい。つまり、「出口戦略」から「社会課題」に対して矢印を頭の中で描いてみると、研究の一連の流れが技術の独善でないことを自己確認することもできる。そのような建付けをしっかりと道筋を明確にしておく、個々の技術研究成果の位置づけもより明確になり、さらにアピールできると考えます。</p> <p>・ネットワーク関係の研究では、スケールの問題が常に付随します。例えば、グローバルNW、キャリアNW、企業NW、広域NW、オンプレミスNW、……。どのようなNWにも共通する普遍的課題も多いため、技術そのものに着目すると、多くの場合は「様々なNWに適用可能な技術成果」である場合が多いかと思えます。一方、出口戦略や社会課題解決と言った観点からは、同じ技術成果であってもNWのタイプやスケールで全く異なっている場合が多いとも言えます。グローバルNWであれば国際標準化が典型的なアプローチですが、オンプレNWであればより実践的な導入実証やソフトウェア化が典型的でしょう。各研究項目がどのようなスケールのNWを意図しているのかを明確にすることで、出口に向けた活動がより適切に行えると考えます。</p>
評価者A	B5Gに寄与する研究の位置づけとなっているが、B5Gそのものの明確な定義が今は無い。このため、B5Gの全体像が明らかになる過程で当然齟齬が生じると考えられる。そのため、当初の研究計画を変更したり、計画を超えた研究成果を出すことも躊躇せずに進めて欲しい。この観点で、量子暗号のように本プロジェクトでこれまで取り上げてこなかった技術分野に挑戦したIEEE Globecom 2021の論文のような成果がどんどん出てきてても良い。	繰り返しになりますが、B5Gに寄与する研究の位置づけとなっていますが、B5Gそのものの明確な定義が今は無い。このため、B5Gの全体像が明らかになる過程で当然齟齬が生じると考えられます。そのため、当初の研究計画を変更したり、計画を超えた研究成果を出すことも躊躇せずに進めて欲しい。また、製造するから特許が必要になるという観点から、メーカーやキャリアとシステム導入を前提に特許戦略を立てることが重要だと思います。その観点で、このプロジェクトはかなり頑張っていると感じています。より一層の研鑽を期待します。
評価者B	5カ年中長期計画の1年目として、計画通り十分な進展があり、さらに量子通信への展開など新しい取り組みもあり、順調に研究が進んでいる。ヒアリングでもご意見があったように、5カ年というスパンでみた場合今後ネットワークを取り巻く技術環境、社会環境が大きく変化する可能性がある。1年目にして計画にない新しい展開に取り組みされていることから改善すべき点とまでは言えないが、このような状況に柔軟に対応することが今後も期待される。	上記「改善すべき点」と重複するが、5年間という中長期計画のスパンの中では、ネットワークを取り巻く環境の変化、ユーザ行動の変容によるアプリケーションへの要求条件の変化など、様々な形で本研究項目環境に変化が現れてくる可能性がある。こういった変化に柔軟に対応し、計画にない目標や研究開発を進めることも視野に入れて頂きたい。

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (2) 次世代ワイヤレス技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NOMA で低遅延と多数接続を両立する技術は、先導性と発展の可能性から高く評価します。</li> <li>・ 論文・国際会議に採択される研究が多くあることを評価します。</li> <li>・ 海中ワイヤレス通信分野や体内通信分野で一歩ずつ成果を積み重ねていることを評価します。</li> </ul>	
評価者A	B	特になし。	特になし。
評価者B	A	<p>本計画は、科学的意義として、非常に良い内容が含まれていると判断される。特に物理空間の動的変化予測、CPS高度化、ワイヤレスエミュレータは次世代ワイヤレス技術の中核に据えるべき内容であり、期待される。</p>	<p>それぞれの技術における科学的意義はこれまでに十分なレベルに達しているものが多々あることは認められる。しかしながら6Gの世界では、個別技術の確立と技術間の融合が重要である。特にNTNの課題は、衛星、HAPS、地上系それぞれの技術者が、相手の技術分野の特徴や課題の相互認識がまだ不十分であると思われる。これらには技術進展の速さに大きな違いがある。地上ネットワークとNTNの融合は、上空のネットワークを多層化する中で高い信頼性と高い性能をシームレスに実現することが目的であり、多層化の意味は、それぞれが完全でないことを相互補完することにある。相互補完とは、相手の弱点を自身の長所がカバーすることで劣化要因を無くすことが目的であり、妥協の最低線を実現することが目的ではない。互いのシステムの境界条件に地上とNTNの連携の殆どの課題が含まれる以上、今の段階でその課題解決の戦略を述べるのが重要であろう。そこが現時点では欠けているように思われる。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (2) 次世代ワイヤレス技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・オープンな空間を共有するワイヤレスシステムの実証は、相互干渉と言う本質的な壁があり、実空間での実証(実験局等)は常に一定の制約が付随することが、新技術やシステム開発の制約条件となる。ワイヤレスエミュレータは、その壁を超えるための価値ある活動と言える。</li> <li>・全二重通信は、周波数有効利用と言う社会的な価値にチャレンジするテーマであり評価する。</li> <li>・MP-TCPは有効性と汎用性の高い技術であり、RTTを半減したその技術改善は実用的な価値が高い。この種の技術では、電波環境と各無線NWの状態によって適切なオペレーティングパラメーターが異なると想定される。特定環境志向ではなく汎用的に有効性のある方式を追求してほしい。</li> <li>・HAPS・ドローン・地上でフィードリンクとサービスリンクを周波数共用する技術は、NTNの周波数有効利用として高く評価します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワイヤレスエミュレーターの目指す方向は、電波環境デジタルツインとして、制約の多い実空間での実証・実験を行わず、デジタルツイン内での研究開発から直接社会実装に行ける形であろう。小規模な実験局免許でのフィールド実証より、デジタルツイン内で大規模に社会展開したほうがより現実世界での実証に近い、と言うレベルが目指す方向と考える。</li> <li>・そのような大きな長期目標をもっと明確に掲げてそのステップとしての目標レベルを定義して進めると、さらに優れた研究になると考えます。</li> <li>また、電波環境デジタルツインで、電波制度や免許制度が革命的に変わり得ると言う視点も国研として重要であり、ワイヤレスエミュレーターの出口戦略を考える上での大きな要素になると考える。</li> <li>・全二重通信は、帯域幅と信号変動幅が小さければ容易であるので、チャレンジするターゲット数値を明確に設定して進める必要がある。また、5G/B5G/6G等への適用を目指すのであれば、Migration やTDD との併存技術が実用されるためには極めて重要である。</li> </ul>
評価者A	B	特になし。	「製造現場をガッカリさせない無線評価虎の巻」などで、より役立つよう現場の問題・解決などの事例を逐次追加するなど内容の充実を図ってほしい。
評価者B	A	社会的価値については、とくに次世代ワイヤレス技術分野においては、NICTとして、何を社会的価値に据えるかをしっかりと考えていただきたい。総務省が必須特許獲得比率を高めることを重点的課題に設定するのは、国益を高めることが目的であるが、そこでは経済的に収益を上げることが重要であり、そのためには民間企業が知的財産を企業収益として確保することが重要である。一方NICTは収益確保を重要な目標に据えるべきではなく、民間企業が知的財産を企業収益として確保するための仕組みを作ることが重要であり、そのために国際連携がビジョンの共有におけるリーダーシップをとることに注力するべきと考えられる。すなわち、上記課題の技術的流れの構築をグローバルフォーラムの中で構築し、それが3GPPにおける標準化においてStudy itemに含まれ、かつ必須特許に繋がる流れを作ることにより力を注ぐべきと考えられる。	B5Gの時代は、ネットワークの柔軟性を拡大するためにファイバから無線に切り替えたり、遮蔽効果回避のためにテラヘルツリンクを活用したり、上空のドローンやeVTOLをカバーするために地上基地局とHAPSとを連携したりというように、これまで個別に展開されてきたシステム間でシームレス接続を確保するために強いに連携させることが必要であり、そのためにはITU-RとITU-Tの連携、衛星用と移動用途のスペクトル共用、異種システム間で個別に取得した情報の共用など、民間企業が切り込みにくい分野の解決が重要となる。またこれらの解決は、システムの穴を埋めるという立ち位置ではなく、自動運転実現、ユーザーへのシームレスな回線の担保などを実現するためのシステム構成や電波利用における基盤技術開発と言える先端的課題と考えられる。また無線局免許の現状の区分の境界に位置する分野にもなり得る。これらがB5Gの基盤に位置する課題と捉え、その根幹を解決するのがNICTのミッションであると意識し、積極的に推進していただきたい。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (2) 次世代ワイヤレス技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・FFPJのような現実世界の課題に向き合う形での活動は高く評価します。環境や要件が様々に異なる実工場での実証を積み重ね、真に使われる技術に仕上げていくことを期待します。</li> <li>・電波を可視化するための技術や活動は、ワイヤレスシステムの社会実装と言う観点から評価します。Tutorial という観点だけでなく、様々な現場・電波環境を研究者自らが体感し、その気づきが研究にフィードバックされることを期待します。</li> <li>・工場無線に関してIEEE802.1Q、端末間通信に関してIEEE802.15と言った標準化を出口戦略に設定していることを評価します。この種の技術の社会実装は国際標準化が必要条件であると考えます。</li> </ul>	<p>NTN 統合NWに向け要素技術を直実に積み上げていることを評価します。地上系公衆・自営とNTN全体の連携を含め、「データベースによる連携」が1つのキーワードになっている。認証情報や位置情報などのレベルだけでなく、電波環境や瞬時無線パラメータ等々、連携共有できるデータの質と量が多く鮮度が高ければより優れたトータル連携NWにできるであろう。一方、事業主体も運営ルールも品質基準もサービス条件も異なるNW間で緻密なデータ連携を図ることは、社会実装として容易ではない。そのような「神様データベース」を誰がどうしたら実現できるか、各NWの情報を相互秘匿しながら共通利用できるかと言った技術的な課題も追求する必要がある。</p> <p>疎な連携による個別分散制御に対して密な連携による集中データベース制御を指向するのであるなら、上記の課題も併せて検討することが望ましい。</p>
評価者A	A	<p>「FFPJ」の企業間連携の下、複数無線システムの同時可視化・監視を可能とするSRF無線センサを開発し、工場内での実証実験を主導したことは評価できる。また、遅延補償制御に必要なパラメータ設定手法をIEEE 802.1Q (TSN) にAnnexとして追記する提案を行ない、IEEE 802.1Qdqプロジェクトとして承認されたことも評価できる。</p>	<p>高度な技術開発だけでなく、NICTがリーダーシップをとって、この企業を巻き込んで、いかに早期に社会実装につなげるかが今後の重要な研究開発に対する評価となると思われるので、このような観点からの成果をより期待する。</p>
評価者B	A	<p>社会実装は、実証試験を他社と協力して実現すること、さらにNICT内のプラットフォームを活用して企業間連携を促進するところに力を注ぐことが重要であろう。NICTが作り出した技術を社会実装に取り入れることにこだわる必要はないと考えられる。あくまで社会実装の流れを作ることと専念すべきと考えられる。</p>	<p>NICTにおける社会実装では、社会で実現できるシステム開発まで実施するというだけでは必ずしもないということを、より明確に主張してよいのではないかと考えられる。自ら研究、委託研究を統合的に考える中で、少なくとも、NICTにおける3GPPの必須特許技術取得率の向上を目指すこと自体を目的とすべきではなく、委託研究などを通じて企業の必須特許取得率が高まるべき技術分野の創出という役割を果たすべきであろう。一方で、ITU-Rにおける電波の利用を推進し、それがスムーズに3GPPでの議論に反映される流れをより有効にすることは非常に重要な社会実装課題であろうし、それを国際的枠組みでのリーダーシップという形で実現することが重要であろう。その枠組みの中でそれぞれの研究課題の位置づけを明確にしていく必要があると考えられる。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (2) 次世代ワイヤレス技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		<p>・「サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携」と言うキーワードが多く記述されている。研究計画から想像すると、それは「電波環境をサイバー空間上で高度に模擬する技術」即ち電波環境デジタルツインを目指しているように思われる。電波環境デジタルツインは、拡大する周波数帯や複雑化する電波利用に対して、どのようなワイヤレスシステムをデザインしていくべきか、そのワイヤレスシステムはどのようなパフォーマンスを有するかを探求する上で極めて重要なアプローチと言える。新しい無線技術の実空間実証は、他システム干渉を含め実験局免許的にも多くの制約と困難があり、デジタルツインでの実証で完了するのであれば、無線システム研究のパラダイムシフトにもなる大きなテーマである。</p> <p>例えば、B5G/6Gの技術開発や標準化をフィールド実証無しでデジタルツイン上のみで行う、移動・固定・衛星の共用や通信・放送・測位・ISM間調整をデジタルツイン上で行う、国際調整や電波免許などRegulation がデジタルツインベースになる等々の目指すレベルと方向は多様であり得る。</p> <p>一方、電波環境デジタルツインと言う大きなテーマから鳥瞰すると、提示されている中長期計画は、伝搬モデル等の個別要素にのみフォーカスされている感がある。どのようなレベルの電波環境デジタルツインを目指す中での5年間のステップなのが見えない。目標は、抽象的・定性的と言える。より具体的な目標の明記が望ましいと考えます。</p> <p>・「サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携」と言う重要なキーワードは、電波環境デジタルツインという無線システムオリエンテッドな意味以外に、サイバーフィジカル連携を無線システムがどう支えるか、そのために無線システムはどうあるべきかと言う課題を提起しているはずだ。例えばアバター・メタの世界に必要な無線は何かと言う課題です。課題に対して目標レベル(数値目標)をセットで計画することが望ましいと考えます。</p> <p>数値目標の設定は容易ではないが、設定を試みることにより、なぜその研究が必要か、そのレベルに達すると社会や生活がどう変わるのかのインパクトを自ら深く認識することができる。また、改良型研究でよいのか、ブレークスルー必須の研究なのかを峻別することもできる。</p> <p>・社会課題と言うより技術課題からスタートしている面を色濃く感じます。10年後20年後の社会課題の認識を持って、その課題の解決に技術面から貢献するという建付けがもっと必要ではないか。そのため、「出口戦略」として技術に関するHow は書かれているが、社会課題に対する to What と How が読み取れない。技術課題を設定したらそれを社会課題に戻してどこにどう貢献するのかをループチェックすることが望ましい。つまり、「出口戦略」から「社会課題」に対して矢印を頭の中で描いてみると、研究の一連の流れが技術の独善でないことを自己確認することもできる。そのような建付けをしっかりと道筋を明確にしておく、個々の技術研究成果の位置づけもより明確になり、さらにアピールできると考えます。</p>
評価者A	工場内での模擬実験ができるテストベッドや、また、各種データの蓄積・共用ができる仕組みの構築に関して、NICTがリーダーシップをとって推進いただくことを期待する。	特になし。
評価者B	6Gの開発はグローバル連携で実現することが重要であるが、その中で最も重要なのは、グローバル連携の中でリーダーシップを発揮することである。またリーダーシップは1つの組織だけがとるものではなく、複数の組織が連携してリーダーシップをとることが重要である。現状では、まだその構図が不十分であると考えられる。技術のリーダーだけでなく、技術の融合でリーダーシップを発揮するには何をすべきかを確立していただきたい。	今後5年間で、無線技術の適用分野は大きく進化すると考えられる。また今後10年で、ICTネットワークの中核を無線が担う時代に至ると予想される。その意味で、今後5年は、次の5年がその到達を実現するための前半5年と意識した研究へと進めてほしい。

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (3) フォトニックネットワーク基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>標準外径コアの伝送で、世界トップクラスの数値目標を実証達成していることは高く評価します。</li> <li>MEMS ミラーによる空間光スイッチや光MIMOは、おそらく今後いくつかのブレークスルーが必要であろうが、発展性の期待は大きい。</li> </ul>	
評価者A	S	標準外径マルチコアファイバの容量距離積の世界記録を達成し、国際会議で発表して高い評価を受けたことは非常に高い科学的意義が認められる。	
評価者B	S	マルチコアファイバとラマン増幅を用いた長距離伝送実証において伝送容量距離積の世界記録を達成したことは科学的意義の点から大きな成果と認められる。またマルチコアファイバに対応した1入力4出力ポートの光スイッチング動作を実証したことは光ネットワークの大容量化に対して大きな成果である。さらにオープン/プログラマブル光ネットワークの実現に関して、波長多重数の動的変動に対して、高線形応答する光増幅器を実証した意義は大きい。	第5期中長期目標で掲げられている“Beyond 5G時代の高品質通信”という要求は満たされているか今後検証が必要と考えられる。オール光ネットワークの実現において、光交換技術で数十ペタbpsのスイッチングが最終的な目標となっているが、MEMSベースの光スイッチにおいて1入力4出力スイッチングの今後の拡張性に関しては問題ないか、また高速性、消費電力の観点から検証が必要である。
評価者C	A	特に、総リンク容量として数十Pbs光交換ノードはかなりチャレンジングな設定であり、相当の革新技術が期待できるため。	
評価者D	S	代表的な成果として、マルチコア光ファイバの実用化に向けてキーとなる標準外径ファイバにおいて、伝送容量距離積の世界記録を達成している。それ以外にも当初の目標に即した成果を多く輩出しており、十分な成果を達成していると評価する。	マッシュチャンネル光ネットワークの取組の一つに波長拡大化があった。今年度はS、C、Lバンドを活用することで世界記録の達成に成功しているが、今後さらに波長拡大を行うには、T、O、E、Uバンドの使用が必要不可欠になってくる。これらのバンドを有効に利用するには多くの技術課題が生じると思うので、具体的な検討を進めていただきたい。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (3) フォトニックネットワーク基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>標準外径ファイバー関係は、社会導入の可能性が高く、目指す方向として評価します。</li> <li>リアルタイムコヒーレント10,000km 中継伝送の複数変調方式に対してGPUベースで実装実証したこと。</li> <li>光伝送の超高密化に伴い、発生障害の拡散を抑えることは単純な信頼性向上以上に重要な課題である。マルチコアファイバーに対してこの観点から成果を出していることを高く評価します。</li> </ul>	標準外径ファイバーは、社会導入を強く意識した研究と言えます。標準1コアに対するマイグレーションを考えると、外径以外のどのような後方互換性を担保すべきなのかの取捨選択も重要になってきます。伝送技術のトップデータ追求と並行して、社会実装の容易さを尺度にした研究がさらに重要になると考えます。例えば、センターコアのある5コア vs 4コア。
評価者A	S	マルチコアファイバを用いた伝送実験の報道発表と高インパクトファクタ論文誌への論文掲載、および異なる光網間の相互接続を促進するためのオープン化の取り組みは、社会的価値を高める取り組みとして高く評価できる。	
評価者B	S	順応型光ネットワーク技術の研究開発に対して、光物理層モニタリング技術、自動制御技術の要素技術の開発、ゼロマージ化によるスループット向上のアルゴリズム有効性をシミュレーションをベースにした検証は、実際のネットワークへの応用として社会的価値が高い。耐障害ネットワークへの対応としてバーストモードEDFAを用いたカスケード障害抑制システムの研究開発が進展していることが認められる。実験室内において商用ROADMノード機器間にマルチコアファイバでリンクを構成して評価を行っており、社会実装へ向けた研究開発へと進展していくことが認められる。	順応型光ネットワーク技術の研究開発に対して、光物理層モニタリング技術、自動制御技術の要素技術の開発、ゼロマージ化によるスループット向上のアルゴリズム有効性をシミュレーションをベースにした検証を行っているが、今後、実際のシステムに適用した実証実験により社会実装が可能かどうかの検証が必要である。
評価者C	A	革新的な技術開発をリードすることに加え、国民に広く膨大なネットワーク資源を提供できる可能性を開くもので、高い社会的価値が認められる。	光ネットワークリソースの動的再構築、利用効率向上は共に重要な技術と思います。一方で、社会的にどのような価値をもたらすのか、その恩恵が一般的には見えにくいのではないかと思います。例えばエネルギー的な観点で言うとどの程度の省エネ効果があるのか、など、一般の方にとっても分かりやすい指標などを導入してご説明されては如何でしょうか？
評価者D	S	社会インフラ構築に資する研究開発を積極的に実施しており、これらの成果を高く評価する。	光ファイバ伝送技術における実用化を重視した標準外形ファイバ伝送と極限技術を追求する大口径ファイバ伝送の棲み分けは大いに評価するが、大口径ファイバ伝送の実用性を追求する検討も併せて行っていただきたい。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (3) フォトニックネットワーク基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・委託研究を通じ産業界との連携を取って研究を進めていること。</li> <li>・ネットワークの仮想化とオープン化は、光システムでも必至の方向性である。NICTにおける光ネットワーク分野において、オープンコミュニティを重視した活動が出てきていることを評価します。</li> <li>・異なる光網間の相互接続という現実課題に取り組んでいることを評価します。今後の社会実装への深化を期待します。</li> </ul>	GPUベースのコヒーレント受信は、アプローチとして高く評価します。将来のGPUの性能のみならず、チップアーキテクチャを見通すことで、現在のGPUに拘らないアプローチ、即ちアプリケーションオリエンテッドなアプローチをどんどん目指してほしい。
評価者A	B		
評価者B	B		科学的意義の高い、社会的価値の大きな研究が進展していることが認められる。今後、これらの成果を社会実装へ対応するための研究開発が必要と思われる。デバイス、個々の機器開発から実際のネットワークへの搭載、応用、そして実際の商用システムを使用していることであるが、その内容説明が不足しているように思われる。NICTがどのような立場で関与しているかの説明が必要と思われる。
評価者C	A	このレベルのフォトニックネットワーク基盤技術が社会実装された場合、全く新しい未来社会実現に向けた基盤が整備できると期待される。	
評価者D	A	社会実装を強く意識した研究開発を積極的に進めており、これらの成果については高く評価する。企業との積極的な委託研究による研究開発についても評価する。	委託研究を積極的に行っているが、その成果として、社会実装まできちんと繋がっていくのか、という点に確信を持てなかった。委託研究機関次第ということになるのか。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (3) フォトニックネットワーク基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>研究開発における各項目の5年間の技術的到達は研究開発スケジュールなどに記載されている。一方、これらの研究がどう連携して社会課題の解決に寄与していくのかの展望が必ずしも十分ではない。技術シーズオリエンテッドに陥らないためにも、研究成果の相互連携性の視点は、もっと重視すべきではないか。</p>	<p>・分野全体としては、トラフィック（量）、通信品質、サービス多様化の3点を掲げている。また、革新的ネットワーク分野ではB5G観点から、これら3点を8項目に分類している。フォトニックネットワーク技術としては、超高速・大容量、超低消費電力、自律性、柔軟性・高弾力性を掲げている。 この観点から中長期計画を見ると、高速性に関しては10ペタbpsの明確な目標設定があるが、他の要素に関しては定性的目標に留まっている。 数値目標の設定は容易ではないが、設定を試みることにより、なぜその研究が必要か、そのレベルに達すると社会や生活がどう変わるのかのインパクトを自ら深く認識することができる。また、改良型研究でよいのか、ブレークスルー必須の研究なのかを峻別することもできる。</p> <p>・技術に関する中長期展望の視点になっていて、社会課題の中長期展望の視点が不足している。10年後20年後の社会課題の認識を持って、その課題の解決に技術面から貢献するという建付けがもっと必要ではないか。社会課題と技術課題のギャップが大きい。技術課題を設定したらそれを社会課題に戻してどこにどう貢献するのかをループチェックすることが望ましい。つまり、「出口戦略」から「社会課題」に対して矢印を引いてみて、研究の一連の流れが技術の独善でないことを自己確認するのが良いのではないか。 そのような建付けをしっかりと道筋を明確にしておく、と、一歩ずつの技術研究成果もさらにアピールできると考えます。</p>
評価者A		
評価者B	<p>第5期中長期目標で掲げられているBeyond 5G時代の高速大容量、高品質通信、そしてサービスの多様化に対応する革新的なネットワークの構築に対して、光伝送技術の大容量化、光ネットワークの制御技術、光ネットワークの耐障害性、に関して研究開発が行われ、それぞれの項目が着実に進展し、また学術的にも意義の高い研究成果が蓄積されていると認められる。今後、それぞれの研究成果、研究開発が社会実装へ向けて進展していくことが期待される。</p>	<p>第5期中長期目標で掲げられているBeyond 5G時代の高速大容量、高品質通信、そしてサービスの多様化に対応する革新的なネットワークの構築に対して、光伝送技術の大容量化、光ネットワークの制御技術、光ネットワークの耐障害性という3つの点から目標設定、研究開発を行っており、いずれも妥当であると認められる。</p>
評価者C		<p>5年間の目標設定、大変だったと思います。現時点では思いつくことはなく申し訳ありません。引き続き注視させて頂き、何か気付いたことがありましたらコメントさせて頂きます。</p>
評価者D	<p>評価軸ごとにコメントさせていただきます。</p>	<p>マッシュチャネル光ネットワーク技術は今後のキー伝送技術としてマルチコアファイバの研究開発を用い、光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術はオープン化光ネットワークの研究開発として非マルチコアファイバを用いている。一方、光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術はインフラ障害検知・復旧で既にマルチコアファイバを想定したシステム提案をしている。全体として見ると、社会インフラ基盤におけるマルチコアファイバの立ち位置が少しわかりにくいと思った。</p>

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (4) 光・電波融合アクセス基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>マッシュ集積オールバンドICTハードウェア技術を設定目標に対して着実に実証していることを評価します。特に、異種材料のハイブリッド集積、量子ドット光源など、キーとなる技術を着実に進めている。</li> <li>直並列型のPDアレイで、受光面積の拡大と20GHz程度までの性能特性を達成したことを評価します。</li> <li>100GHz帯広帯域OFDM信号を光信号へ直接変換の原理検証を評価します。</li> <li>90GHz帯の低位相雑音信号発生技術および高精度光変調技術を組み合わせた1024QAMの伝送原理実証を評価します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バンドルファイバーとPDアレイによる240Gbps空間光通信の実証は高く評価します。一方、1.5m伝送が中長期計画の技術達成目標及び社会課題解決に向けたどのようなステップであるのかが必ずしも明確ではないと感じられる。中長期計画に対して、この1.5m伝送がどれだけの意義があるのかのアピールになっていないという意味です。</li> <li>90GHz帯の1024QAM10km伝送実証を高く評価します。一方、プロジェクトで標榜する「オールバンド」に向けて、この実証がどう位置づけられるのかが必ずしも明確ではありません。それは、オールバンドに対する数値目標が明確でないためだと考えます。</li> </ul>
評価者A	S	次世代光ファイバ無線技術に関する成果が光通信分野のトップカンファレンスで高い評価を受けるなど、世界的に注目される学術的成果を創出している。	
評価者B	S	異種材料ハイブリッド集積の課題に対して、量子ドットレーザの低しきい値化と高温度特性を実現した意義は大きい。また低位相雑音信号源による超多値変調技術の開発、高温度環境下におけるRoF技術の実証は学術的な意義を示した。	NICTが開発している量子ドットレーザは世界トップレベルであり、低しきい値化と高温度特性を示した意義は大変大きいと思われる。社会実装する場合の大量生産に関して、技術メーカーへ展開することが重要と思われる。高速光変調器の開発においてミリ波から光信号への直接変換技術を実際のシステムにおいて実証していくことが必要である。
評価者C	S	国際会議OFCでPD採択されるなど、世界的にも高く評価される成果を挙げている。	
評価者D	S	シリコンフォトニクス集積回路の高実装密度化、量子ドット技術、直並列接続型PDアレイについては特筆すべきものがある。また、独自の技術で100GHz超帯の信号生成も達成しており、十分な成果を達成していると高く評価する。	特に改善すべき点は無いと判断する。今後のさらなる発展に期待する。

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (4) 光・電波融合アクセス基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長	/		
評価者A	A	次世代光ファイバ無線技術に関する成果が新聞掲載されるなど大きな社会的価値を創出している。	
評価者B	S	空間多重光通信システムにおいてバンドル光ファイバの使用、光検出器の周波数特性改善の提案など顕著な成果を実現し、高密度実装の目標値に対して成果を上げている。またアレイ型光検出器による軸ずれ耐性は実用上受信器設計、設置要件の緩和が期待される。位相回復受信技術はコヒーレント信号の復調を実証した意義が大きい。	今後、高密度実装を目標値に近づけた場合、システム全体としての遅延性、消費電力、信頼性、安定性などの視点から検討を行い、社会実装に向けたハードウェア開発が必要である。
評価者C	A	広くメディアにも情報発信しており、社会的価値が高く評価される。	
評価者D	A	世界トップカンファレンスであるOFC2021でのポストデッドライン論文採択や報道発表の社会的価値は高く、評価出来る。	PDアレイは帯域や製造コストも考慮すると、単純に素子数を増やばよいわけではないように思える。極限技術を追求しつつ、レンズ系も含めたシステムとしての最適設計等も検討していただきたい。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (4) 光・電波融合アクセス基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長	/		マッシブオールバンドICTハードに向けた試作等を高く評価します。この項目の重要な観点は、「拡張性・柔軟性」にあります。集積ハードを研究する上では、アーキテクチャが極めて重要と考えます。SoCの世界で起こったパラダイムシフトが参考になります。集積度等のハードオリエンテッドに設計するのではなく、ユースケースやアプリケーション(何がしたいか)を入り口にして、アーキテクチャを定め、ハード設計は最後にする。そのようなアプローチのものでないと社会実装されないともいえる状況です。オールバンドICTハードも、集積度だけでなく機能要求を明確に目標設定することが、社会実装への道だと考えます。
評価者A		高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発について、産学官の研究開発連携を推進するとともに、標準化活動においても社会実装に向けた貢献が認められる。	
評価者B		産官学連携による研究開発が進んでいることが認められる。	第5期中長期目標において車載光ネットワーク技術は明示的に含まれていないが、NICTの革新的ネットワーク分野としての研究開発の目的、経緯、位置づけなどを、明確にする必要がある。また車載光ネットワークの標準化などをNICTとして主導的に行う体制づくりを行うことが必要ではないかと考えられる。
評価者C		自己評価を見る限り、どの課題も対象外としている。現在の研究進捗状況から判断すると、まだ社会実装を判断できる状況ではなく、そのことを反映したものと考えられる。	
評価者D		S	様々な標準化活動などにも積極的に参画したり、技術移転や製品化に関する取組は早期の社会実装に繋がるものとして、高く評価する。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (4) 光・電波融合アクセス基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		<p>・マッシュ集積オールバンドICTハードウェアで、10,000パーツ/ccと言う明確な数値目標を設定していることを高く評価します。この技術レベル目標数値が達成できることで社会課題がどう解決できるかについては、「柔軟性に資する」にとどまっています。この辺りの深掘りがあると、技術シーズオリエンテッドに「達成できそうな技術レベルを設定した」との邪推を払拭し、かつ他の数値ではないことの明快なアピールになります。低消費電力化については、数値目標が明示されていない。実証した達成結果の記述はあるが、5年間の数値目標があればさらにアピールができた。また数値目標があれば、必要な場合に研究の軌道修正も可能になります。</p> <p>・アクセスネットワーク基盤におけるRoF関係の技術を検討する上では、既存のPONからのマイグレーションを前提とするか、新設の基盤を前提とするかで研究内容や目標レベル、評価方法、社会実装アプローチが異なってくる。両者をターゲットとする場合、常に両者の尺度の違いを意識する必要があります。計画書や成果の記載において、その辺りが必ずしも明確でないとの印象を持ちました。</p> <p>・上記に関連しますが、研究開発の背景と出口戦略の関係が「ニーズ(課題)」から「出口戦略」への一方向である点が気になります。その出口戦略でどう社会課題を解決する道筋とできるのかの視点が不足しているのではないかと印象を持ちます。つまり、「出口戦略」から「ニーズ(本来は社会課題で記載してほしい)」に対して矢印を引いてみて、研究の一連の流れが技術の独善でないことを自己確認するのが良いのではないかと。そのような建付けをしっかりと道筋を明確にしておく、一歩ずつの技術研究成果もさらにアピールできると考えます。</p> <p>・「科学的意義：改善すべき点」で記載したことに関係しますが、光・電波融合アクセス基盤技術の研究開発項目である「マッシュオールバンド」と「メディア調和アクセス基盤」が社会実装される時点での関連性が不明確ではないかと思われます。アクセス基盤における様々な異なる要件の接続ケースとオールバンドの目標の相互関係が不明確と言う意味です。研究開発スケジュールでも両者の相互連携が見えません。個別技術の探求に留まるとすれば、社会的価値のアピールとしてもったいないと感じます。</p>
評価者A		
評価者B	Beyond 5G時代以降の、アクセスネットワークでの光と電波の融合技術においてデバイスレベルの集積化技術とハードウェア技術、光と電波の相互変換技術、短距離リンク技術のデバイス開発、車載ネットワーク技術、の研究開発が順調に進展し、大きな成果が出ていることが認められる。今後、社会実装への技術展開が進展すること、世界を主導していくことを期待している。	Beyond 5G時代以降の、アクセスネットワークでの光と電波の融合技術においてデバイスレベルの集積化技術とハードウェア技術、光と電波の相互変換技術、短距離リンク技術のデバイス開発、車載ネットワーク技術、の研究開発が順調に進展し、大きな成果が出ていることが認められ、目標設定、研究開発は妥当であると認められる。車載ネットワーク技術の位置づけ、NICTとしての目標をより明確化する必要があると思われる。
評価者C	まだ基盤技術の検討をスタートしたばかりで、“これから”の研究課題なのではないかと思われます。今後の発展を大いに期待します。	中長期計画の策定、大変だったと思います。現時点で気が付くことはありませんが、引き続き注視させて頂き、今後何か気付いた際にはコメントさせて頂きます。
評価者D	評価軸ごとにコメントさせていただきます。	特にございませぬ。

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (5) 宇宙通信基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・地上・ドローン間の光通信の基本となるチャネル特性等のデータを取得し解析したことは、システム設計の基本情報として評価する。</li> <li>・衛星やHAPSなどの搭載用光通信機器の研究開発は、その先導性と発展性を評価する。</li> </ul>	
評価者A	S	<p>地上とドローン間の高速度光通信のチャネル特性解析を世界に先駆けて実施し、論文がIEEE Access誌に掲載されたことの科学的意義は極めて高いと評価される。また、3次元ネットワークアーキテクチャの研究を開始し、初期成果を得たこと、適応衛星光ネットワークを提案し、デジタル光コヒーレント実験プラットフォームで実現性を示したこと、更には、補償光学システムの実装と実験による有効性の検証等、独創性、革新性、先導性、発展性の観点で、今後の基盤、基礎技術の確立に大きな貢献が期待される。</p>	<p>3次元ネットワークアーキテクチャの研究はチャレンジングな研究項目であり、その成果が大きく期待される。現状においても計画されていると思われるが、システム間ハンドオーバーが端末、サーバ等のトランスポート層プロトコルへ与える影響、その結果として発生する通信速度低下等への対処技術に関して、優先度を考慮の上、取り組みを期待する。</p>
評価者B	A	<p>今年度は中長期目標期間の初年度ということもあり、宇宙通信基盤技術 研究活動等の取組や成果の科学的意義が、基盤や基礎技術の確立に貢献できているかの観点での評価を下す段階には至っていないものが多いが、一部の成果は国際会議や特許申請となっていることは評価でき、その他の項目に関してもほぼ計画通りの進捗が伺えるため、総合的にAと判断した。衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向けた研究開発は、縦のネットワークを含めたネットワークアーキテクチャの肝となるものといえる。国の通信系の研究機関であるNICTにはこのような提案を率先して実施し、国内外の研究機関・企業を先導し、国際的な標準化に寄与していただきたい。移動体衛星通信伝搬路を模擬するエミュレータの開発に関しては、今後の宇宙を含めた縦のネットワーク構築の基盤となるものといえ、今後の更なる発展・充実に期待したい。ドローンと地上間で高速通信を実現するための取り組みにおける論文採択に関しては、地上とドローン間における高速な光通信に関するチャネル特性に関する世界初の論文であるという点が高く評価できる。このような成果を着実に実装に生かしていただきたい。補償光学システムの研究開発・HAPSを利用した無線通信システムに係る周波数有効利用技術に関する研究開発に関しては、今後の衛星、ドローン間のネットワークを確立するための重要な要素技術といえ、これらの積み重ねがより頑健なリンク構築に寄与するものと期待できる。</p>	<p>評価委員会の際にも質疑のあった遅延に関しては、垂直展開を含めた3次元ネットワーク実現のカギを握る問題であるといえる。NTNのみならず5Gを踏まえた3次元ネットワークとしての融合を実現する上で、単なるリソース配分や垂直方向の頑健なリンクの実現だけでなく、より周波数・時間・空間を効率的に利用した有機的な3次元ネットワークを実現するためのネットワークアーキテクチャ、仕組みの提案を期待している。今回の科学的意義に関する目標の多くは、衛星間や衛星と地上といった部分的なネットワークに関するものが多く、3次元的な広がりを感じる部分は少ない。この点は他の研究室に係る部分も多いかと思うが、そことの連携をより明確化し、科学的・学術的意義のある成果を挙げていただきたい。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (5) 宇宙通信基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 個別の事業者では検討しにくい3次元ネットワークのアーキテクチャ検討は、さまざまなNWを統合的に扱うという意味で、周波数有効利用といった効率化のみならず、災害時や障害時の対応などの面からも社会的価値の高い研究と言える。</li> <li>・ B5G時代の地上・衛星NW連携は、3GPPを中心とした国際標準化で枠組みが定まらなければ実社会への価値提供はできない。その意味で、欧州と連携しながら実証を進め、またITU-R等に寄与していることは高く評価します。</li> <li>・ ETS-9用搭載機器の開発を順調に進めていることは、国プロへの貢献、将来技術蓄積の観点から評価します。</li> <li>・ HAPSプラットフォームは、地上系と衛星系を補完する価値を提供できる可能性がある。HAPS-HAPS間、HAPS-地上間光通信用機器の研究開発は、HAPSプラットフォームの実現に寄与することが期待される。</li> <li>・ 月との光通信における基本課題に取り組んでいることは、将来的価値創造として評価します。</li> </ul>	<p>衛星・地上5G統合試験は、国際的枠組みで標準化を意識して進めていることを評価します。一方、衛星パートは伝送路として扱われているレベルであり、衛星5Gネットワークと地上5Gネットワークの連携統合と言う目標に対しては、初期的とも言える。計画上也明確に目標設定することが望ましい。</p>
評価者A	A	<p>ESAとの衛星5G/B5G共同トライアル関連は、今後のグローバルな5G/B5G社会実現への大きな貢献が認められる。また、ITU-R、APTへの寄与は、グローバルで自由な社会の実現に向けた寄与が認められる。超小型高速光通信機器は様々な非地上系通信システムへの実装が期待され、いつでもどこでも高速通信が利用可能な新たな社会環境実現への大きな貢献が期待される。更に、デジタルペイロードを搭載した種々の非地上ネットワークを適応的に利用するシステムは、様々な種類の通信サービス要求という社会の要請に低コストで迅速に応えるものであり、新たな社会環境構築への寄与が期待される。</p>	
評価者B	S	<p>この1年間のみににおいても様々な社会的意義にある取り組みがなされており、今後の更なる展開への期待も含めSと評価した。ただし中長期目標期間の初年度ということもあり、大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術に関する項目の成果はこれからというべきものと多く、その点は次年度以降も着実に計画を実施していただきたい。そのような中でも、衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向けた研究開発はまさに国研であるNICTが先導的に担うべき部分であり、民間、国内外の研究者を巻き込んで社会実装に繋げていただきたい。世界初の衛星リンクを含む日欧の国際間長距離5Gネットワークの接続実験は、長遅延下でのネットワーク構築という点で3次元ネットワークの構築、社会実装のための様々な成果がもたらされるものと高く評価できる。技術試験衛星9号機(ETS-9)に搭載する通信ミッションにおける光通信機器の詳細設計完了及びプロトフライトモデルの製造と、ビーコン送信機のプロトフライトモデルの製造についての取り組みは今回の中長期目標のカギとなるETS-9に関するものであり、コロナ禍の中において着実に計画を遂行している点を評価したい。この部分が実証実験成功のカギを握るといっても過言ではない。今後も着実な実施を期待している。NTNとの連携及び相互接続の必要性を唱えるためにITU-R WP5Dへ、IoTへの衛星技術の応用につき衛星と航空機間の高速度接続を可能にするNICTのアンテナ技術と衛星-航空機間のハンドオーバー等のネットワーク制御の成果を反映するためにAPT-AWG28へ、それぞれ寄書し成果として反映させており、その社会的貢献が評価できる。また、衛星IoTに関するアジア各国への公知は今後の社会課題の解決へ大きく寄与できるものといえる。</p>	<p>B5Gとしての3次元ネットワークの実現は、より頑健で面から立体となる通信網となることが期待できる。すでに提案書の目標設定において単なる通信にとどまらず、IoTや様々なデータ・制御信号のやり取りが含まれており評価できる。強いて言えば、衛星(将来的な小型衛星コンステレーションを含む)や高高度プラットフォームは災害国である日本を網羅的にモニタする上で非常に有効なシステムであり、3次元ネットワークとなることにより、今までにない効果をもたらすものと期待できる。そのような防災・災害監視という社会的価値の訴求があってもよいと思う。</p>

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (5) 宇宙通信基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・スペースICT推進フォーラムのような枠組みでの活動を推進することは、コミュニティの拡大に向けて評価します。国の政策への提言や政策課題への寄与を強く意識して活動されることを期待します。</li> <li>・ITU-Rや3GPPへの寄与は、社会実装に向けて極めて重要なので、継続を期待します。</li> <li>・ETS-9搭載機器開発は、ETSのミッションとして不可欠であり、きちんと実装されることを期待します。</li> <li>・大気ゆらぎの影響を緩和する補償光学システムの検討と実証は、衛星・地上間の光通信を実用化するための基本課題に取り組んでいるもので評価します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元統合NWアーキテクチャは、複数国間、複数事業者間、NTN-地上間を繋ぎ、かつ統合的に制御することで、周波数有効利用と言った効率面だけでなく、災害時などを典型とした相互補完性を追求するものとして評価をする。一方、複数国や複数事業者など利害相反のある中で、各者が有するどのようなデータをどこまで共有するかという情報管理問題と、自NWの制御をどこまで許容するかと言った制御管理問題がこの課題の本質と考える。制御アルゴリズムの優劣よりも、情報と制御に関する管理スキームの社会受容性こそが社会実装の可否を握っていると言える。社会実装から逆算して研究成果をさらに出されることを期待します。</li> <li>・NTN向け適応型衛星光ネットワークのシステムモデルの検討の成果は評価する。一方、LEOを含めその成果をどう社会実装していくかの出口戦略が明確でないと感じます。</li> <li>・ETS-9搭載機器の開発は、ETSとしての実証が着実に進むことを大いに期待します。一方、国プロとしての技術試験衛星ではなく、研究開発した技術が商用衛星に実装されていくための出口戦略が明確ではないように感じる。装置ハードそのもの、アーキテクチャ、設計法、検査法、特許、ノウハウ、・・・どのような要素を社会実装につなげるのかを明確に意識して活動することが望ましい。</li> </ul>
評価者A	A	ETS-9搭載機器の開発は、システム実証実験の後、我が国の静止衛星システム、更には外国のシステムで導入される可能性が高く、社会実装が期待される。また、スペースICT推進フォーラムでの活動は本分野における社会啓発、社会実装を目指したもので、NICTの宇宙関連研究成果の社会実装への道を開く、有益な方策であると認められる。更に、補償光学システムは今後、様々なシステムで導入が予測される地上-衛星間での光通信に必須の技術となることが期待される。	3次元ネットワークアーキテクチャに関連して、現在、商用LEOシステムの携帯基地局バックホール等への適用等が個別に進められている。これらのケースではシステムインターフェース等は非公開であり、また、特定の事業運用者間のみでの連携が進められ、競合他社グループとは排他的な競争環境が今後も継続するものと考えられる。そのような環境ではNICTが主導することを考えているインターフェースの標準化、柔軟なシステム連携という理想的な状況とは必ずしも整合しないが、理想的な連携通信環境を技術的には、どのようにすれば実現可能であり、その結果として得られる通信環境、通信品質、更には、その先の真に理想的な情報通信社会像を示すことには大きな意義があると考えられる。以上から、社会実装に直接的には結びつかないリスクを認識した上で研究を精力的に推進していただきたい。
評価者B	A	社会実装という観点では、この中長期計画がある程度進展してから、あるいは終了後の社会展開となる部分も多く、現時点では評価が難しいといえるが、スペースICT推進フォーラムの推進に関しては、衛星を含めた宇宙分野に係る業種の連携強化のみならず、異分野連携の基盤となるものであり、社会実装の実現に高く貢献しているものといえる。今後、単なる情報交換、情報発信の場としてでなく、社会実装へつながる実りのある成果を挙げるフォーラムとなることを期待している。この点と標準化における航空機IoTへの成果の反映、小型高速光通信機器による成層圏領域における光通信の実現に向けた取り組みにおけるHAPSへの貢献を評価してAと判定した。	スペースICT推進フォーラムのような取り組みは高く評価できる。より官民一体となり、単なる検討会・交流会にとどまらず、社会実装につながる仕組み作りにも国研として積極的に寄与していただきたい。すでにサービスが提供されている衛星に関しては、各々がクローズドなシステムとなっている感が否めないが、ここに標準的な3次元ネットワークの仕組みが導入されれば、今後の小型衛星コンステレーションや高高度プラットフォームの展開においても、より数多くの参入が見込まれることと期待できる。そのような標準化の推進と社会実装の仕組みづくりを期待したい。

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (5) 宇宙通信基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		<p>・3次元統合NWとその制御は、極めて大きな課題を対象としている。陸上移動、NTN Coverage、ドローン、HAPS、航空機、バルーン、LEO、MEO、GEO等々の異なる環境の異なる特性のNWや媒体を統一的に連携させることは、技術的に重要な目標と言える。統合制御のアルゴリズムの研究は1つの大事な要素ではあるが、アルゴリズムのバックで必要となるデータが極めて大きな課題だと言える。特にAIベースの技術になることは必至なので、データの質と量と鮮度が要となる。認証データ、位置データと言った単純なデータだけでなく、電波環境やネットワーク状況(トラフィック、輻輳、障害)など時変化する膨大なデータが必要になる。異なる運営主体、異なる免許条件のさまざまなNWのデータをどう集めどう活用できるのかは、アルゴリズム研究の表裏一体の課題と言える。</p> <p>中長期計画では、このデータに関する考察が欠落しているのではないかと思います。連携共有できるデータの質と量が多く鮮度が高ければより優れた統合制御のアルゴリズムによるトータル連携NWにできるであろう。一方、事業主体も運営ルールも品質基準もサービス条件も異なるNW間で稠密なデータ連携を図ることは、社会実装として容易ではない。そのような「神様データベース」をだれがどうしたら実現できるか、各NWの情報を相互秘匿しながら共通利用できるかと言った技術的な課題も追求する必要がある。</p> <p>疎な連携による個別分散制御に対して密な連携による集中データベース制御を指向するのであるなら、上記のような課題も併せて検討することが望ましい。</p> <p>・GEOだけでなくLEOも研究計画に載ってきたことは高く評価します。しかしながら、中長期計画ではB5G基金による電波・光ハイブリッド通信技術の研究しか見えない。</p> <p>一方、SpaceXのStarlink Systemでは、初期1440衛星の打ち上げが順調に進み、グローバルに商用サービスを開始している。日本でも2022年初頭にサービスが開始される。4400衛星を目指して打ち上げを開始した第2世代衛星は4方向の光衛星間通信も搭載している。これにより光海底ケーブルより遅延が少ない大陸間通信も可能になる。</p> <p>Radio Regulation的には、LEO周波数は必ずしもfirst come first servedではないものの周波数権益的には日本は大変苦しい状況にあると言える。このような周囲状況の中で国研として何をなすべきかが中長期計画からは明確に読み取れない。</p>
評価者A		<p>宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項では、「我が国独自の小型衛星コンステレーションの構築に向けて、省庁横断でのアンカーテナンシーや衛星の量産技術開発等により、官民連携の下、取組が加速している海外の状況も踏まえて戦略的に取り組む」とされているが、NICTでの取り組みには本件は直接的には反映されていない。今後、国、民間との連携を強化し、NICTが本分野での一定の役割を果たすことに期待する。</p>
評価者B	<p>宇宙通信基盤技術においては、宇宙すなわちETS-9を中核とした目標設定となることはある程度やむを得ないものを感じるが、衛星と地上、衛星と航空機、衛星間、航空機とドローンなど、点と点結ぶ要素技術に関する目標設定が目立ち、これらの要素技術とB5Gに向けた縦のネットワーク、さらには3次元ネットワークとしての有機的なつながりが見えづらい。各々の要素技術に関する技術的な目標設定は世界最高水準を狙ったものが多く、その目標設定の高さは評価できるが、本来であればどのようなサービス・社会的役割を果たすB5Gとしての3次元ネットワークを提供するのかという思想やポリシーの下で設定されるべき技術的な目標設定であろうと考えている。大容量、高速通信がシーズとして提供されれば、新たなニーズが生まれるものとは感じるが、(将来的な)ニーズと技術的な目標設定との関連性を、より明確化すれば、社会的意義の評価や実装の促進につながるものと感じます。</p>	<p>今後もしばらくコロナが影響するものと思われる。当初の計画にとらわれることなく、この5年間でB5G実現に向けた実りのある成果が上げられるよう、場合によっては見直しを含めた弾力的な研究遂行を期待している。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・テラヘルツ周波数標準は国研にふさわしい先導性を評価します。</li> <li>・光電気発振器、Si CMOS広帯域受信集積回路など、要素技術をきちんと積み上げながら成果を出していることを評価します。</li> <li>・月面水探査のような未踏分野への挑戦は高く評価します。</li> </ul>	
評価者A	A	<p>テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術では、アンテナパターン計測システムや低位相雑音の発振器、テラヘルツ帯無線伝搬特性を把握するための設備、テラヘルツ帯材料評価プラットフォームの要素技術開発など、いずれも評価すべき要素を的確にとらえてその基盤構築を開始しており、第5期として順調なスタートといえる。</p> <p>今後も、どのような要素や特性を評価していくか、および、どれくらいの評価性能を目指すのかなど、通信応用などの社会実装まで関連付けて、できるだけ明確に方向づけして進めてほしいと思う。</p> <p>超高周波電磁波の宇宙利用技術では、月面の水資源探査、エアロゾル濃度推定アルゴリズムの開発など、いずれもNICTならではの新規性・独創性の高い研究であり、社会実装までつながる重要な研究であると考えられる。</p>	<p>特に見当たらない。順調なスタートであると思います。</p> <p>今後も、どのような要素や特性を評価していくか、および、どれくらいの評価性能を目指すのかなど、通信応用などの社会実装まで関連付けて、できるだけ明確に方向づけして進めてほしいと思います。</p>
評価者B	A	<p>計測評価技術の開発といったコミュニティの研究基盤の構築に関わる活動は、NICTのような組織こそがリードできるものであり、これを着実に進めたことは顕著な成果と評価できる。宇宙利用はテラヘルツ技術の応用として期待がかかる分野であり、これを世界トップレベルで牽引していることは高く評価できる。エアロゾル監視を従来と全く異なる発想で実現したことも顕著な科学的成果である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・電波政策課題に直結するITU関連の活動に積極的に技術寄与していることは高く評価します。</li> <li>・周波数標準やカウンターを含め、テラヘルツ帯の免許申請に必要な校正に関わる技術は、国研として重要な活動であり、テラヘルツ帯の開発・実証・実装の基盤として高く評価します。</li> <li>・テラヘルツ帯はいわば「開拓地」なので、多様な業種とのオープンな交流によって新たな課題発見やイノベーション創出の期待が大きい分野と言える。様々なフォーラムや協議会で積極的に活動していることを評価します。</li> <li>・船舶からのNOx観測に衛星観測を応用する研究やエアゾル濃度観測・推定の技術は、社会課題を良く捕らえた研究である。これらの研究は、自己技術オリエンテッドにスタートせず、社会課題オリエンテッドに進めていること、課題解決に必要な技術やデータであれば外から持ってくるという2点において、オープンイノベーション型に近いと言える。複雑化する課題と膨大なデータ処理が必須の近年の問題に対しては、オープンイノベーション型でないとの確かつ迅速に価値が創造できないとされている。これらの活動は、(技術面ではなく) 課題対応面からもっとアピールすることが望まれます。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・テラヘルツ帯材料評価プラットフォームを指向した広帯域アンテナの研究は評価します。材料評価と言う観点に加え、測定原器あるいは電波検査の測定法の観点も加えると成果がさらに広がる。ハード的研究に加え、測定手法としての標準化の視点が国研としては重要だと考えます。</li> <li>・月面水探査のような注目度が高く、かつ人類課題にリンクしたプロジェクトは、狭義の研究成果に限らない形でさらに社会アピールを工夫する必要がある。</li> </ul>
評価者A	A	<p>テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術は、現時点では基盤的要素がそろった段階であるが、研究の進展に伴い社会的価値が期待できる内容と考えられる。</p> <p>超高周波電磁波の宇宙利用技術では、船舶のNO2排出監視に道筋を示した成果、エアロゾル観測の社会利用の可能性を示した成果など、社会的価値の高い成果が得られている。</p> <p>また、テラヘルツ帯に関する標準化活動など、NICTならではの重要な活動も実施され成果も得られている。</p>	<p>特に見当たらない。順調なスタートであると思います。</p> <p>現時点では基盤的要素がそろった段階であるが、今後、社会的価値へうまくつながる成果を期待します。</p>
評価者B	A	<p>NO2量のマッピングを新たな手法により行い、船舶数の評価で実証したことは、今後のさらなる応用に期待を持てる成果である。スマホカメラに搭載可能なエアロゾル監視手法の実用化を進めたことも社会実装に向けた顕著な成果である。標準化などコミュニティ形成に資する活動を多様な手段で進めていることは顕著な社会的価値の創出であると評価できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		ウエザーニューズ社と連携して、広く社会で役立つ形で成果を活かそうとする活動方向を高く評価します。	
評価者A	B	スタートした現時点では基盤的要素がそろった段階であるが、今後の社会実装は研究計画でも考慮されており、研究の進展に伴って社会実装が見込まれる内容となっている。	特に見当たらない。順調なスタートであると思います。現時点では基盤的要素がそろった段階であるが、今後、社会的価値から社会実装へうまくつながる成果を期待します。
評価者B	B	B評価としましたが、新たなりモセンデータ利用についての研究は、より多くの検証を経て着実な社会実装に期待を持てます。	

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		<p>・テラヘルツ分野も、従来からのセンシング分野や計測技術分野に加え、ICT分野を重視した計画になっている。これは5G/6Gに向けた技術研究と言う面での重要性は勿論であるが、我が国の国際周波数戦略と周波数政策課題に直結する分野であるので、国研であるNICTとしては、その観点からも中長期計画を立案する必要がある。テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術の取り組みにおいてこの観点が含まれていること、WRCを中心として通信関係の活動計画が明記されていることは高く評価します。</p> <p>一方、テラヘルツ帯のRadio Regulationに対して今後研究成果で貢献していく立場で考えると、計測技術、センシング技術、通信関連技術に加え、無線業務間の関係(争奪戦)が重要な課題になってくる。</p> <p>その観点からは、研究テーマ(テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術と超高周波電磁波の宇宙利用技術)の横連携が重要であるが、中長期計画としての明確な意図が見えません。</p> <p>・実績の欄には多数の数値成果が記載されている。一方、目標には具体的な数値が少なく、定性的記述が多い。数値目標の設定は容易ではないが、設定を試みるにより、なぜそのレベルの研究が必要か、そのレベルに達すると社会や生活がどう変わるのかのインパクトを自ら深く認識することができる。また、改良型研究でよいのか、ブレークスルー必須の研究なのかを峻別することもできる。</p> <p>・月面水調査のような明確な課題へのチャレンジは高く評価します。この場合、「サブサーフェスの高精度な水・氷・水分含有量の分布マップの取得」と言うミッション目標と、それを実現する技術目標のそれぞれに数値目標設定が重要である。手の届く技術では不可能なミッション目標にチャレンジすることで技術イノベーションが生まれると考えて取り組んでいただけることを期待します。</p>
評価者A	<p>特に見当たらない。順調なスタートであると思います。 新たな周波数の開拓ということで、未知の要素も多いと思いますが、高い技術力をもとに科学的基盤の確立から社会的価値、社会実装へうまくつながる成果を期待します。</p>	<p>テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術は、引き続き、どのような要素や特性を評価していくか、および、どれくらいの評価性能を目指すのかなど、通信応用などの社会実装まで関連付けて、できるだけ明確に方向づけして進めてほしいと思います。</p> <p>新しい周波数帯の開拓を目標とする研究なので、デバイス、集積回路、システム、無線の試験局、電磁波伝搬、さらには標準化まですべて新規であり高い水準が要求されると思いますが、このような一連の研究はNICT以外ではおそらく不可能かと思われます。これら一連の内容を連携させ、ぜひとも、基礎研究から社会実装まで大きな成果が出ることを期待したいと思います。</p> <p>超高周波電磁波の宇宙利用技術も、このように大型のプロジェクトはやはりNICTならではと思われます。テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術とも連携しながら、基礎研究から社会実装まで大きな成果が出ることを期待したいと思います。</p>
評価者B		<p>通信とリモートセンシングという異なる応用分野を両輪として推進しておられることは、先進的な技術を共有しフィードバックすることを可能にする優れたやり方だと思います。テラヘルツ波技術は萌芽的な研究分野であることから、短いスパンでの社会実装を意識しすぎずに長期的視点で着実に研究を進めていただくのが良いと考えます。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・タフ環境適応無線アクセス基盤技術における取り組みで、カメラ映像から移動先の将来の伝搬損失を予測する手法は、様々な発展性を秘めているもので、評価します。</li> <li>・レジリエント自然環境計測可視化・解析技術における取り組みで、音波伝搬シミュレーションと融合可視化は、今後の発展を大いに期待します。</li> <li>・LEO衛星によるIoT通信は、将来の可能性を示唆しており、更なる工夫による発展を期待したい。</li> </ul>	
評価者A	A	<p>それぞれの課題において、初年度として順調な研究成果が得られている。研究成果を査読付き論文、国際会議等で発表しており、その一部はBest Paper Awardを受賞しており、学術的な評価が得られていると言える。カメラ画像からの電波強度予測手法はアプローチに独創性があり、常に厳しい通信環境(タフ環境)の無線アクセス基盤に向けた要素技術のひとつとして評価できる。分散仮想化技術はクラウドと途絶した環境で全体としてサービスを維持する基本機能を設計しており、幅広い応用と発展性が期待できる。分散認証技術は災害ICTの基盤技術として重要であり、今後の発展性を期待できる。LPWA通信プロトコルとNTNによるIoTデータ収集技術は比較的広域での環境計測を実現する技術として期待できる。</p>	特になし。
評価者B	A	<p>群ロボットの協調制御・操作はタフフィジカル空間で必要となる技術である。この技術の応用範囲は広く、今後の研究展開を期待できる。災害時における情報共有・提供に関する基礎的な技術検討と開発を実施しているだけでなく、自治体との共同実験をすでに行なった。今後の進展を期待できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>自己産出型エッジクラウドは、災害時や大規模障害時におけるクラウドネイティブなNWの弱点を補完するという意味で価値ある研究と言えます。様々な外部機関との連携を図ることで現実・現場での課題を認識しながら進めていることを評価します。</li> <li>レジリエント自然環境情報収集技術において、実フィールドでの実証を行っている点を評価します。</li> </ul>	<p>タフ環境適応無線アクセス基盤技術における伝搬予測技術は、原子炉廃炉作業のような真にタフフィジカルな環境の課題にフォーカスするのであれば、さらに多様な観点からの検討があってもよい。例えば、廃炉作業中の原子炉では、ほぼ無制限にあらゆる周波数が使えることは一般的なプラントとは異なっている。</p> <p>逆に、より広範な応用を指向するのであれば、車載カメラデータやLiDARによるダイナミックマップデータから伝搬予測(見通し外交差点の隠れ端末推定)と言った方向にもなる。研究の出口設定を明確にすると良いと考えます。</p>
評価者A	A	<p>自己産出型エッジクラウド技術では、研究成果の社会的な展開が進められている。研究成果を災害情報共有システムSIP4Dに適用するとともに、企業への技術移転を通して、自治体にも成果展開が進められている。災害対応IoT無線の研究成果は総務省の検討分科会に提供されている。レジリエント自然環境計測可視化・解析技術では、インフラサウンドセンサ観測データを日本気象協会サイトから公開している。いずれも社会的な価値の創造への貢献として評価できる。</p>	特になし。
評価者B	A	<p>災害時における情報通信と情報共有は、社会的課題であり実現しなければならない政策課題でもある。安心・安全な社会を目指す社会的価値が高い研究・技術開発である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・分散認証技術を応用した防災管理システムを民間企業と協力して社会実装につなげている点を評価します。</li> <li>・レジリエント自然環境計測可視化・解析技術における映像IoT技術は、具体的な課題解決に向けて着実に進めていると評価します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分散資源仮想化技術は、技術的には大事な内容であるが、どのようなNWにどの様にして実装していくかの出口戦略が見えない。例えば、既存のNWや標準に機能実装していくのと、ゼロベースでNW構築するのでは社会実装に向けたアプローチのみならず、重視すべき技術要素も異なってくる。</li> <li>・画像IoT技術や高耐候省電力IoTモジュールは、現実課題に対してよい成果を上げていることを評価します。ただ、目指す数値目標が必ずしも明確でない。数値目標設定により、どのようなレベルの技術であれば、社会課題が解決し、また社会実装が広がるのかの展望が明確になる。</li> </ul>
評価者A	B	自己産出型エッジクラウド技術に見られるように、社会実装については一部で既に開始されており、評価できる。	特になし。
評価者B	A	社会的価値の高い技術開発を目指している。今後の展開により社会実装することが十分に期待できる。	

1. 分野別評価(年度評価)  
【No. 2 革新的ネットワーク分野】

令和3年度外部評価結果【No. 2】革新的ネットワーク分野 (7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>研究の出口戦略の考え方が必ずしも明確ではないように感じる。出口の設定の考え方によって、実施すべき研究の在り方やレベル感も異なり、また必要な要員数や外部連携体制も異なってくる。</p>	<p>・タフフィジカル・レジリエントICT課題は全体として、社会課題を原点において技術課題に落とす形で設定できていることを高く評価します。課題オリエンテッドに進める場合、原発廃炉とか災害時など様々な異なる社会課題に対して (i) 個別特化の研究開発を行うアプローチと、(ii) 一般化した技術課題に落とし込んでからその成果を様々な課題解決に生かすアプローチがあり得る。国研のNICTは、後者の方が望ましいと考えられ、本中長期計画でもそのようなアプローチをとっているとと思われる。</p> <p>後者の場合は、得られた技術的研究成果が本来の社会課題解決に本当に寄与するのかをフィードバック検証することが、極めて重要です。そのような視点でタフ環境適応無線アクセス基盤技術と自己産出型エッジクラウド基盤技術における研究開発スケジュールを見ると、原点である社会課題の課題より技術成果の活用に視線が向いているように読める。つまり、プロジェクト全体が結果的に技術課題オリエンテッドになってしまっているように見えることが残念である。</p> <p>レジリエント自然環境計測可視化・解析技術とレジリエント自然環境情報収集技術は、「自然環境の急変を検知する」という社会課題解決に向けて、狭義の自前シーズだけに拘らず目的指向の研究アプローチであることを評価します。</p> <p>・社会課題オリエンテッドな研究を推進するためには、その課題に関する様々な外部組織との連携が必須である。外部連携が研究計画の中でしっかり押さえられていることを評価します。</p> <p>・研究計画では、技術内容の目標を数値設定することが重要である。数値目標の設定は容易ではないが、設定を試みることにより、なぜその研究が必要か、そのレベルに達すると社会や生活がどう変わるのかのインパクトを自ら深く認識することができる。また、改良型研究でよいのか、ブレークスルー必須の研究なのかを峻別することもできる。</p> <p>一方、タフ環境適応無線アクセス基盤技術のような課題のように、例えば「廃炉作業の原子炉内で〇〇の通信ができる」といった課題オリエンテッドな目標設定は、150dB伝搬損失と言う技術数値目標よりハイパーな目標と言える。この場合は、得られた研究成果がこの目標にどう寄与するかだけでなく、目標達成には何が欠けているかの鳥瞰的・客観的分析が重要になる。廃炉作業の現場との対比によるフィードバックを効かせること、即ち研究計画の柔軟でダイナミックな見直しができることを期待します。</p>
評価者A	<p>順調に研究成果が得られており、現時点で大きく改善すべき点はありません。</p>	<p>本課題はアカデミックな研究開発と、社会実装に向けた実証的な研究開発の両方が期待される課題であると理解します。コアとなる技術について研究開発を進めるとともに、研究成果を早期に展開し、できれば実際の災害の局面において検証ができることが望ましいと考えます。また、防災や災害対応の関係者からの評価も重要です。防災や災害の現場における具体的なサービス例の提示、効果測定やその可視化などについてもご検討ください。</p>
評価者B	<p>災害の多い日本に必要な技術開発であり、現在の取りくみと今後の進展を期待できます。改善すべき点はありません。しかし、少ないスタッフでこれほどのテーマを進めるには大変な努力を要すると思います。研究者・技術者をさらに確保することで、最先端の技術開発と社会への実装を確実なものにすることがきるのではないかと考えます。</p>	<p>自治体との共同作業には時間がかかります。5年間でどこまでできるのか、スケジュールについてももう少し明確にして進めたほうが良いように思います。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 3】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

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		サイバーセキュリティに関してきわめて広範囲にわたる研究テーマに取り組んでおられ、またそれぞれの学術的成果も高いものがあります。サイバーセキュリティで日本をリードする組織としてふさわしい成果を出しておられます。	
評価者A	S	いずれの研究もNICTが有するStarBEDやNICTERなどのインフラを生かした独自性の高い研究成果であり、高い学術的な評価も得ている。	
評価者B	S	NICTにおけるサイバーセキュリティ技術の研究活動を科学的意義の側面から評価すると、他の類似の研究活動と比較し、独創性、革新性、先導性などが十分に大きく、基盤や基礎技術の確立に貢献できている。以上により特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出が期待できるものとする。「セキュリティインシデントに関するキュレーション技術の実現」については、まったく新しいまさにブルーオーシャン技術の開拓をめざすものである。特にサイバーセキュリティコミュニティの間でよく知られており影響力の大きいpiyokango氏と連携しており実現できれば工学的にも多大な貢献となり得る。標的型攻撃観測技術の高度化、マルウェア制御、解析の技術開発はNICTがいままで継続的な研究を行うことで多くの知見を蓄積・技術を先導してきた。また、広大なIPv6のアドレス空間の可視化は、研究者が試行錯誤の努力をしながら独創性を発揮しなければ実現できない先進性のある研究であり、科学的意義は高い。Dark-TRACERの構築については、マルウェア感染活動の早期検知技術として複数の機械学習アルゴリズムを統合したシステムを開発しているものであるが、精度向上のためにはNICTが収集している大規模データの活用が不可欠である。現在までに有効な成果をあげており、今後のAI技術分野の推進も期待できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】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

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>エマージングセキュリティ技術で取り上げている、5G、ローレイヤ、ユーザブルセキュリティはいずれも国民生活に直結するテーマであり、この分野でのセキュリティ検証に取り組まれていることを高く評価いたします。特に5Gのセキュリティは、プライバシーを含む大きな課題であり、今後のさらなる取り組みに期待したいと思います。</p>	
評価者A	S	<p>piyologのような質の高いセキュリティ情報サマライズを自動化するのは極めて挑戦的だが、その挑戦そのものが社会的な価値を持つと考える。他にも、社会的波及効果を十分に意識した研究が多い。</p>	
評価者B	S	<p>NICTにおけるサイバーセキュリティ技術の研究活動において、社会課題・政策課題解決及び社会的価値の創出へ貢献している。以上により特に顕著な社会的価値の創出が期待できるものとする。「東京2021大会における検知情報の提供」は、国研に相応しいNICTにしかできない役割であり、社会的価値として大きい貢献である。「セキュリティインシデントに関するキュレーション技術の実現」は、エキスパートレベルの人間のサイバーセキュリティリサーチャの役割を果たす、まったく新しい野心的な総合技術を開発するものであり、多くの派生技術も期待することができ、実現できれば国内外のセキュリティ対策に貢献できるものである。「CUREの異種データ融合機能の強化」は、サイバー攻撃の全容解明を目的とし、これまでの継続的な取り組みを異種データと融合させ、さらに発展させるものである。CYNEXを活用した社会展開も期待できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 3】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

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		NIRVANAの五輪での導入や技術移転など、着実に成果の社会展開をすすめておられます。またSTARDUSTで得られた知見は日本のサイバーセキュリティ技術開発に大きな役割を果たしていると考えます。	
評価者A	S	民間への技術移転が着実に進んでおり、社会実装としての価値も高い研究が多い。	
評価者B	A	NICTにおけるサイバーセキュリティ技術の研究開発の成果を社会実装に繋げる取り組みについては、成果を社会実装につなげる取組として十分なものであり、顕著な成果の創出と将来的な成果の創出が期待できるものと考えられる。「東京2021大会における検知情報の提供」では、オリンピック・パラリンピックという世界最大規模のイベントにおけるサイバーセキュリティ対策にNICTの研究が活用され実装されたという実績は、社会実装という成果として相応しいものである。「各種サイバー攻撃観測技術からの情報提供・発信」では、国内組織のインシデント報告や国内危機の脆弱性の報告など、実社会をサイバー攻撃から守るための実質的な貢献を行っており、NICTとしての役割を社会実装という側面から果たしている。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】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

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		
評価者A		
評価者B		5年間の目標設定、研究開発スケジュールとして妥当なものである。

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(2)暗号技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		暗号研究に関して日本を代表する組織にふさわしい学術成果をだしておられると思います。特に暗号のアルゴリズムやプロトコルの安全性評価に関する成果が継続的に見られる点を評価したいと思います。	
評価者A	A	多くの学術論文が出ており、科学的意義がそれぞれ認められていることは明らかである。	
評価者B	S	NICTの暗号技術に関する研究活動等の取組と成果の科学的意義は、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可能であり、特に顕著な成果の創出と将来的な特別な成果の創出が期待できる。「金融機関と連携した不正送金検知の実証実験」および「小型宇宙機の乗っ取り防止のための情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験」は、NICTでしか実施できない実証事件であり、今後の成果の創出が特に顕著に期待できる実証実験であり、国研として責任を持って実施して欲しい。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(2)暗号技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		E2EEのセキュリティは、オンライン時代のプライバシー保護に必須の重要課題であり、今回実製品のセキュリティ向上に貢献する成果をあげられた点は特筆すべきものであり高く評価いたします。	
評価者A	A	クラウドにおける検索可能暗号やWeb会議システムの安全性評価は社会的関心の高いテーマであり、これに対して研究成果を挙げていることは社会的価値が高いと認められる。	
評価者B	S	NICTの暗号技術に関連する研究活動等の取組・成果が社会課題・政策課題解決に繋がる貢献、および、社会的価値の創出に繋がる貢献については、特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出が期待できる。「金融機関と連携した不正送金検知の実証実験」については、国研たるNICTであってこそ研究機会を得ることができる実証実験であり、膨大かつ実際的な取引データに対し、先端的な人工知能技術を適用する社会的価値の高い研究である。「遠隔会議システムの安全性の評価」については、コロナ禍で急速に普及し日常的に使われるようになったZoomやWebexなどの会議システムのエンドツーエンド暗号化について検証した上で攻撃手法についても論じ、それらの成果を社会にも還元しており、高い社会的価値を創出している。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(2)暗号技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		金融機関との連携によるプライバシー保護学習は、実際の取引データを用いた実証である点に大きな意義があり、国研でしかできない取り組みとして高く評価いたします。また今後これを社会展開される計画に大いに期待いたします。	
評価者A	A	選択した研究はいずれも社会実装につながる、または社会実装に影響しており、その価値は高い。	
評価者B	A	NICTにおける暗号技術に関する研究開発の成果を社会実装につなげる取組については、顕著な成果の創出と将来的な成果の創出が期待できる。「小型宇宙機の乗っ取り防止のための情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験」は、実際の観測ロケットに実装して実用チャンネルで実証実験を行っており、その社会的な価値は大きい。「遠隔会議システムの安全性の評価」について、すでにZoomやWebexにおけるエンドツーエンドの安全性についての知見が広く社会に周知されるに至っており、安全性の評価基準に関するドキュメントにも良い影響を与えている。その社会的価値は大きい。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(2)暗号技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		
評価者A		
評価者B		5年間の目標設定、研究開発スケジュールについては妥当なものと考えられる。

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(3)サイバーセキュリティに関する演習

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		CYDERをこれまで着実に進められた結果、受講者年3000人、受講者累計13000人に至ったことは大きな成果と思います。また上位レベルの新たなコースを設けるなど、実施内容のさらなる充実がみられる点も評価したいと思います。	
評価者A	S	いずれの活動も、国の機関が直接行う活動としては独自性が高く、その質の高さ、ブランディングの成功もあって社会的価値は大きい。	
評価者B	S	NICTにおけるサイバーセキュリティに関する演習、研究活動の成果による社会課題・政策課題解決および社会的価値の創出への貢献は、特に顕著な成果の創出と将来的な成果の創出が期待できるものと考えられる。「CYDER」については、国の機関、地方公共団体、重要インフラ事業者の情報システム担当社が受講すべき国内最大級のサイバーセキュリティ演習にまで成長し、これ自体がまさに社会的価値を持つ日本の重要インフラになっている。「SecHack365」については、従来合宿という受講者と指導者の間で密接なインタラクションが可能な形式を実施されていた年間プログラムをコロナ禍で実施するため創意工夫により同様の成果をあげて実施しており、他に類を見ない社会的価値が大きい事業である。「RPCI」については、CYDERで培った大規模演習環境を利用するリアリティのあるインシデントハンドリングの演習を情報処理安全確保支援士の特定講習として提供している。これはより実践的な演習を学びたいという受講生のニーズを捉えているという意味で社会的価値が高い。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(3)サイバーセキュリティに関する演習

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		インシデントハンドリングにフォーカスしたRPCIを開始されたことは時宜を得たものと思います。感染症対策など困難な状況の中でも、受講者の満足度も高く、今後大いに期待したいと思います。	
評価者A	S	いずれのプログラムも比較的大規模な社会実装を伴うものである。	
評価者B	S	NICTにおける研究成果を社会実装する取り組みは将来的に特に顕著な成果が期待できるものと考えられる。「CYDER」では、COVID19対策を実施した上で全国で年間100回程度の集合演習を実施し、またオンラインコースも新設し多彩なコースを開設している。すでに社会インフラ化しており我が国における多大な貢献をおこなっている。「RPCI」では、CYDERで蓄積したノウハウが情報処理安全確保支援士向けの演習に適用し、受講生が実際の攻撃に基づく演習を受けることができるようしている。これも新たな社会インフラとなり得る潜在力を備えていると考える。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(3)サイバーセキュリティに関する演習

取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		演習のオンライン環境整備、日程や場所の調整、周知広報などさまざまな受講促進の取り組みを実施しており、その努力が未受講組織数の着実な減少につながっている点を評価いたします。	
評価者A	A	いずれもこのコロナ禍においても着実に大規模に実施されたプログラムであることは評価できるが、社会のニーズに適切に応じられているかを鑑みてA評価とした。	
評価者B	S	NICTにおけるサイバーセキュリティに関する演習の取組は、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施され、特に顕著な成果の創出と将来的な特別な成果の創出が期待できる。全体として適切な計画に従って実施されており、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力の強化に貢献している。「CYDER」については、受講生が集合演習に参加し易いように適切なスケジュール調整を行い、また適切なヒアリングを行い演習内容に含まれるシナリオへの反映を行っている。「SecHack365」については、技術はもちろんのこと、若い受講生が早期にセキュリティ意識を持ち、同年代の集団の中で互いに切磋琢磨して、セキュリティ技術に関連したモノ作りを経験することで、将来活躍が期待できる有能な人材を育成している。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(3)サイバーセキュリティに関する演習

取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか□	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		SecHack365における取組が、受講期間内の指導にとどまらず、その後のコミュニティ形成にも重点が置かれているところを評価したいと思います。このような取り組みが我が国のセキュリティ人材の質を高めていくことになると考えます。	
評価者A	S	実施はコロナ禍の元でも着実に実施されたと高く評価できる。	
評価者B	S	NICTにおけるサイバーセキュリティに関する演習の取組は、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施され、特に顕著な成果の創出と将来的な特別な成果の創出が期待できる。「CYDER」では、CYDERの認知度の向上をはかり高累積受講率が達成されている。結果的に我が国のセキュリティ知識の底上げに貢献できている「SecHack365」では、25歳以下の若年層にサイバーセキュリティの興味・関心を想起させ、すでにサイバーセキュリティに対する知識や理解を有した修了生をさまざまな領域へ輩出し始めている。結果的に社会全体のサイバーセキュリティ向上に寄与している。「幅広い人材を社会に輩出するための継続した育成プログラム」では、修了生コミュニティを形成して継続的なサポートを行っており、修了生のキャリアパスを継続的に追跡している。これにより社会から求められる人材の把握と需要に対応でき、将来的に顕著な成果創出が期待できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(3)サイバーセキュリティに関する演習

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		
評価者A		
評価者B		5年間の目標設定、研究開発スケジュールとして妥当なものである。

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		非常にスケールの大きな取り組みであり、これによって産学官連携がこれまでより一段高いレベルで行われることが期待できると考えます。日本のサイバーセキュリティ技術力、製品力の向上につながる活動であると評価します。	
評価者A	A	これらの活動による産学官連携拠点の形成は、特に国産のサイバーセキュリティ技術の振興や人材の育成に大きく資するものであり、社会的価値が大きいと評価する。	
評価者B	A	NICTにおけるサイバーセキュリティ産学官連携事業は、社会的価値の側面において、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出が期待される。「産学官連携拠点のためのハードウェア基盤の設備」では、必要な大規模システムが整備されており、この設備が今後のサイバーセキュリティ技術・情報の国産化に寄与することが期待できる。他それぞれのCo-Nexusコミュニティの立ち上げについても、コミュニティの形成を図っていく方向性に間違い無く、社会的価値が高い取組であり、成果が期待できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>国産セキュリティ製品の運用・検証は重要な取り組みであり、日本のセキュリティ製品競争力向上に寄与することが期待できると考えます。将来的に製品のValidationの仕組の構築も視野に入れた計画立案を期待したいと思います。</p>	
評価者A	A	<p>人材育成基盤のオープン化に関して社会実装がはじめられたと評価できる。</p>	
評価者B	B	<p>NICTにおけるサイバーセキュリティ産学官連携事業は、社会実装の側面においては、事業計画に基づき演習事業への基盤・コンテンツの提供を開始、参画事業者による演習事業を開始した段階であり、今年度以降の事業展開により将来的な成果の創出が期待できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		高度SOC人材育成プログラムや人材育成基盤のオープン化など、ICT人材の需要に対応する構想が盛り込まれており、すでにR3年度目標組織数に近い数の組織から参画の希望が寄せられていることから、外部からの期待が高いことが伺えます。	
評価者A	A		
評価者B	B	NICTにおけるサイバーセキュリティ産学官連携の取り組みが、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたかという側面からは、将来的な成果の創出が期待できる。我が国では高度SOC人材の育成が課題となっているが、「Co-Nexus S」では、適切な高度SOC人材育成に資することができるオンライントレーニングカリキュラムを参画組織と共同で開発する取り組みを始めている。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		STARDUSTがこの上で提供されることは、解析者のコミュニティ形成上大きな役割を果たすものと期待できます。今後All Japanでの共同解析を目指して進められることを期待いたします。	
評価者A	A		
評価者B	A	NICTにおけるサイバーセキュリティ産学官連携の取り組みが、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたかという側面からは、顕著な将来的な成果の創出の期待等が認められる。我が国では高度SOC人材の育成が急務となっているが、「Co-Nexus S」では、計画を上回るスピードを事業を推進し、オンライントレーニングカリキュラムとシステムの整備、高度SOC人材育成の受け入れまで行っている。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		
評価者A		
評価者B	<p>NICTIにおけるサイバーセキュリティ産学官連携拠点形成の取り組みは、我が国の産学官を含むサイバーセキュリティコミュニティ全体を巻き込んでコミュニティを形成していくものであると考えられる。参加方法のわかりやすさや参加の敷居を下げ、関連するWebページの内容も充実させる等、今後より多くの参加者を募ることが期待される。</p>	<p>5年間の目標設定、研究開発スケジュールとして妥当なものである。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>これまで課題であったHTTPプロトコルの調査に向けた取り組みを行った点を高く評価します。今後の調査に期待します。さらに脆弱なVPN機器を発見するなど新たな調査結果が得られており、本調査は社会的にますます重要となっていると考えます。</p>	
評価者A	S	<p>非常に実利的な試みであり、我が国のセキュリティレベル向上に直接の効果がある取り組みである。</p>	
評価者B	S	<p>NICTにおけるパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査研究は、特に顕著な社会課題・政策課題解決および社会的価値の創出が期待できるものである。特に「広域スキャンによって収集したバナー情報からパスワード設定不備以外の脆弱性の影響を受けるIoT機器の調査」においては、テレワークの普及で多く使われるようになったVPN機器に脆弱性が存在した場合、情報漏洩をはじめとする重大な被害が生じる危険性があり、NICTがこうした機器を発見し注意喚起を行うことは顕著な社会課題・政策課題の解決に繋がっている。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		調査は計画にしたがって着実に実施されており、最近ではISPへの注意喚起数が減少傾向にあるなど、効果がみられると判断します。さらにIoT機器利用者向けに機種ごとの対処法を案内するなど、脆弱性回避のための情報提供を行っている点は特筆すべき点として評価します。	
評価者A	S	脆弱なIoT機器の発見から対処法に至る手続きを広め、セキュリティ対応能力強化につなげる活動が予定通り着実に進められている。	
評価者B	S	NICTにおけるパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査研究は、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものかどうかという側面からは、特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出が期待できる。「国内の約1.12億のIPv4アドレスに対し、Telnet/SSHに対する調査を毎月実施」においては、継続的な実証実験を長期にわたり実施しており、国内のIoT機器のセキュリティに関する状況を明らかにしている。さらに、「IoT機器の調査研究のHTTP認証への適用」によりHTTP認証を持つIoT機器のセキュリティに関する実態も明らかにしようとしている。この種の研究は特別に法律を制定して実施する必要がある、国研が担うべき研究であり、NICTはその役割を十分に果たしている。	

令和3年度外部評価結果【No. 3】サイバーセキュリティ分野(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長		
評価者A		
評価者B		5年間の目標設定、研究開発スケジュールとして妥当なものである。

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(1)多言語コミュニケーション技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		同時通訳という新しい課題に世界を先導して取り組んでいる姿勢は高く評価できる。また、同時通訳の新しい出力インターフェースとして音声でチャンクごとの訳を、テキストで発話全体の訳をマルチモーダルで提示するアイデアは斬新で可能性を感じさせる。今後、このようなインターフェースが真に有用なものになりうることを示すために、認知科学的な観点からの評価も含めて基礎的な研究を進めて欲しい。	
評価者A	A	人間の音声言語認識プロセスとも密接にかかわっていると考えられ、チャンク分割は同時通訳の要となる技術である。チャンク型の翻訳に自己訂正機能を加え、コーパス構築、モデル学習をした点は、優れた技術貢献であるとみとめられる。また疑似対訳データの生成や、機械翻訳の自動評価法を俯瞰的に論じたACL-IJCNLP2021などの研究成果は、NICTのプロジェクトに大きく寄与するとともに学術コミュニティへの貢献も大きい。	
評価者B	A	当該分野における技術レベルと照らし合わせて適切な目標設定がなされた上で、計画を上回る性能を発揮する方式やアルゴリズムを開発している。特に、GPGPUではなく、CPUでの実用化の検証が行われたことは評価に値する。また、チャンクを深層学習した分割モデルの検討は高い成果と言える。	GPGPUではなくCPUでの実用化の検証は、その科学的意義と成果は評価できる。ただし、CPUでの実用化に伴う音質劣化のデメリットなどが、実用上問題ないのかどうかについての評価が望まれる。なお、既に評価を行っているのであれば、その結果を資料に反映いただきたい。
評価者C	A	逐次音声翻訳処理に向けて、音声技術(低レイテンシ信号処理)・言語技術(チャンク毎の処理と文単位の処理の統合)が連携して取り組んでいる点は研究アプローチとして優れている。	実運用を通じて新たな学術的課題を発見できるよう、運用状況の分析的評価方法などの研究にも取り組んではどうか。

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(1)多言語コミュニケーション技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		アジア言語にも積極的に対応している方針は高く評価できる。	
評価者A	S	翻訳バンクの創出・運用による多様な分野への横展開は力強く社会的な価値が極めて高い。また言語データベース構築では、グローバルコミュニケーション計画2025で掲げている目標を前倒して達成した。東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会や警察庁でのVoiceTera等の活用、消防関連で救急ボイストラの活用などを通して社会生活の向上に著しく貢献するとともに、実証実験を通じたフィードバックにより翻訳精度を向上するなど、さらに新たな技術を創出に結びつけている。	
評価者B	A	警察・消防、オリンピック・パラリンピックでの安全・安心のためのシステム・サービス基盤として必要十分な性能を有する方式を社会に提供したことは評価に値する。これ以外にも、ワークショップやハッカソンなど、積極的な対外アプローチが認められる。	特にありません。
評価者C	A	商用視点では見過ごされ勝ちな小頻度言語に取り組んでいる点は評価できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(1)多言語コミュニケーション技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		研究開発の成果はVoiceTraとして実装され、VoiceTraの利用記録がまたモデルを改善するためのデータとして使用されるという望ましい循環が起り始めている。これに加えて翻訳バンクのしくみも機能し始めているようで、これらの枠組みを利用して効率的なデータ収集をさらに推し進めて欲しい。	
評価者A	S	GPU不要で肉声に近い合成音をリアルタイムで出力できる音声合成モデルや多数の翻訳言語対をカバーするユニバーサルモデルの研究開発、対訳データの効率的な洗浄方法の確立によって、社会実装の実現性が格段に高くなった。	
評価者B	A	ネパール語、クメール語、およびモンゴル語などのへの対応など多言語化の高精度な基盤の確立が加速されていることは評価できる。また、VoiceTraのダウンロード数が600万件超であるなど、社会実装が順調に進んでいることが認められる。	多数のシステム・サービスへの社会実装・実験は評価できる。ただし、エンドユーザからのフィードバックがシステムマティックに行われているのかの説明がなかったため、この点について言及されると良いと考えられる。
評価者C	S	すでに商用システムにライセンスされ、その採用数を伸ばすとともに、その活用成果を研究開発にフィードバックするループを形成しつつある。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(1)多言語コミュニケーション技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	すでにさまざまな分野でVoiceTraの派生アプリが使われていると思うが、各分野において本当に訳に立つかどうかをアンケートなどの受動的な方法ではなく、使用中のユーザの振舞いなどを観察・記録するなどして積極的にデータ収集し、能動的な評価をすることも考えて欲しい。また、同時通訳の評価は難しいとは言え、人間の同時通訳者と性能を直接比較するなどには可能かと思われるので、評価法においても先駆的な成果を期待する。	5年間の計画では、概ね現在の性能を改善することに注力されているが、その中で次のイノベーションにつながる研究開発の種を見付ける努力を合わせておこなって欲しい。
評価者A		
評価者B		十分に検討されている
評価者C		特にありません。

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(2)社会知コミュニケーション技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		これまでの大きな成果であるWISDOM-Xをベースに多分野への実証段階での水平展開と対話システム応用への基礎技術開発への深化、さらにそれらをささえる深層学習のための基盤技術RaNNCとバランスのとれた取組をおこない、いずれも先端的な成果をあげている。特にRaNNCは今後国際的にも普及する可能性を秘めたすばらしい成果であり高く評価できる。	
評価者A	S	RaNNCは世界最高の水準を達成した成果とみとめられる。また、多様な意味的關係に基づき複雑な形式の知識や仮説を大量に獲得する技術の研究開発等で高い学術的成果を上げている。	
評価者B	S	分散並列処理の方式そのものに関する高い技術力を有している。また、目標設定と評価方式も適切であり、国内外の当該分野においても優位性が認められる。仮想人格の基礎検討はチャレンジングなテーマであり、アプローチ自体が萌芽的トピックである。	MICSUSの取り組みは社会的価値が高いと認められますが、方式の有効性を評価する場合の評価方法の検討自体が難しい課題であると考えられます。QAの際に補足いただきましたが、健康状態が把握できたか否かなのについて厚労省のデータに基づいている点などは資料にも記載された方が良いかと思えます。また、対話・雑談におけるユーザの満足の評価は、それ自体がインタフェースの研究テーマに相当しますので、ここについても新しい知見を期待しています。
評価者C	A	実際に他機関で活用され、コンテストで成果を出すなど優れた性能を発揮している。	重点的に取り組む、特色ある研究課題をより明確にすると良いと思いました。個別の研究課題群を、例えば、大規模深層学習技術、音声言語対話処理技術、知識処理技術といった構造の中に整理することで、研究グループの強み・弱みがより明確にできるかもしれません。

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(2)社会知コミュニケーション技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		基礎技術を実応用へ展開するには、今日の日本の状況を考慮し、重要であると思われる課題を対象としている点が評価できる。	
評価者A	S	大規模なニューラルネットワークモデルを学習させるための基盤技術を確立したこと、35億件以上の大規模な意味関係知識を獲得したことは、MICSUSやWISDOM XやDISAANAなどを通して今後の社会課題解決型のシステムに大きく貢献するものである。	
評価者B	A	高齢者介護支援用マルチモーダル音性対話システムは、高齢化社会において価値の高い研究テーマであり、質の高い会話や雑談を通じて健康状態の把握という明確なストーリーを持ったトピックであると認められる。	特にありません。
評価者C	A	「雑談」や「人格」といった新しい課題に、具体的に挑戦している点が評価できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(2)社会知コミュニケーション技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長	/	現状の技術を具体的な応用課題に適用し、実証評価をおこないながら、次に解くべき新しい課題に挑戦している点は高く評価できる。	
評価者A		RaNNGの高度化による超大規模言語モデルの構築は、言語解析に必須の深層言語モデルの学習を容易にするオリジナリティの高い研究であり、社会実装の観点での価値も高い。	
評価者B		防災に関する神戸市等での実証実験、高齢者介護支援などの取り組みは社会的インパクトが高く、更なる成果が期待できる。	特にありません。
評価者C		SOCDAは防災行政に貢献しており、社会課題の解決につながる取り組みである。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(2)社会知コミュニケーション技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	多くの技術が実証段階に入っている状況で難しいかもしれないが、今後新しい課題にも取り組む中で学術的な成果も是非期待したい。	現状の技術を具体的な応用課題に適用し、実証評価をおこないながら、次に解くべき新しい課題に挑戦しており、よく考えられた計画となっている。今後の実証評価ではアンケートなどの受動的な情報収集だけでなく、積極的に実証実験参加者の振舞を記録・分析するなどの積極的な手法も検討して欲しい。
評価者A		
評価者B		特にありません。
評価者C	「実証実験からどのような知見やデータを引き出すか」に関する戦略を持って研究開発を進めることで、技術の強みがより活かされると考えます。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(3)スマートデータ利活用基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		異種データをプライバシーに考慮しながら統合的に利用可能な基礎技術、およびそれらの研究開発の成果としてxDataプラットフォームを実装したことは評価できる。また、対外発表も積極的におこなっている点は高く評価できる。	
評価者A	A	連合型のデータ連携分析技術やイベント予測等重要度の高い要素技術に関する研究を推進し、学術的に高い評価を得るとともに、連合型データ連携分析技術の基盤設計およびxDataプラットフォームの実装を進め、令和3年度の目標を十分に達成した。 xData Platform上の情報資産やモジュールをDCCSIに技術移転し、社会実装に向けた体制を確立した。	
評価者B	A	パブリックとプライベートを組み合わせたデータ連携分析のアプローチは学術的価値が高いと認められる。また、3Dラスタ画像によるマイイベント予測とパターンマイニングを組み合わせる手法は独創性がある。	特にありません。
評価者C	A	時系列情報を扱うデータマイニング分野で優れた成果が得られている。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(3)スマートデータ利活用基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		社会的にインパクトのある利用場面は潜在的に多いと思われるが、キラードメイン的な応用例が欲しいところである	
評価者A	A	6種類の情報資産を構築しレポジトリ上で一元管理する環境を構築し、国内外で計5件の共同研究を実施した。また、光化学オキシダント注意報予測等で事業者への技術移転や連携を進め、データ連携分析の情報資産を活用したサービスの開発と社会実装に向けた取組みを推進した。	
評価者B	A	共同研究・技術移転のためのASEANの研究機関との連携や応用開発などの推進は多様化・グローバル化に対して高い貢献があると認められる。また、ユーザデータやノウハウに基づくデータ連携分析を行う情報資産レポジトリの構築は社会的意義が高い。	特にありません。
評価者C	A	環境モニタリングのような社会課題を取り上げ、グローバルな研究協調とマルチステークホルダーの参画の下で、実証的な研究に着手していることが評価できる。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(3)スマートデータ利活用基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		多方面に展開して実証評価をしようとしている努力は評価できるが、各事例が実装したシステムのどのような特徴を活かす事例になっているのか、その関係性が見通せるとさらに説得力が増すと思われる。	
評価者A	A		
評価者B	B	既に総合テストベッドと連携したデータ連携分析の実証環境の構築に着手しており、研究フェーズと実証フェーズのプロセスモデルの検討も開始しているため、今後の成果が期待できる。	研究フェーズと実証フェーズのプロセスをモデル化する際に、個々の事例からモデル構築するボトムアップアプローチ、あるいは規範となる事例を基に構築するトップダウンアプローチのどちらがより効率的に社会実装可能かを検討されたい。これにより、より開発・検証が加速されると考えられる。
評価者C	B	今後の社会実装が大変楽しみです。成果を急がず技術と社会インパクトのバランスを取りつつ進められることを期待します。	

令和3年度外部評価結果【No. 4】ユニバーサルコミュニケーション分野(3)スマートデータ利活用基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	xDataとDCCSの好循環がキラードメインで形成され、社会的インパクトのある事例となることを期待している。	
評価者A		DX・AIに関してはまだ国内の取り組みがスタートしたところで、今後急激な変化が予想されることから、中長期計画の中でも十分に計画の柔軟性に配慮することが望ましい。
評価者B		特にありません。
評価者C		

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)NbN/AlN/NbNエピタキシャル接合を用いた磁束量子ビットで20<math>\mu</math>s超のコヒーレンス時間を達成した成果は、世界初であり、量子コンピュータや量子ノード技術開発に大きく貢献する科学的価値の高い成果である。</p> <p>(2)Siスロット光変調器による0バンドの高効率変調に加えて、独自開発した可視光用E0ポリマーを用いて可視光(640nm)で従来型変調器(1550nm)を大きく凌ぐ高効率の光変調特性を実現したことは、Beyond 5Gに向けたデータ通信の高速化、低消費電力化や可視光フェーズドアレイなどの基盤技術としてその科学的価値は高い。</p> <p>(3)ショウジョウバエでパブロフ条件反射実験を確立し、その記憶基盤に脳内におけるフィーディング・ニューロンでの情報処理であることを見出している。このエンGRAMと考えられるシナプス活動の変化を見出したことは優れた科学的成果である。</p> <p>(4)化学情報入力に対するバクテリア応答(生細胞の情報認識能力)の定量化をデータドリブンによって解明することは、今後の新しいセンシング技術の創出に繋がることが期待でき、その科学的意義は高い。</p>	特になし
評価者A	A	<p>トンネル障壁界面の改善のためにNbN/AlN/NbNのエピタキシャル接合を用いた量子ビットや、新たな材料系としてE0ポリマーを用いた高効率光変調は、着眼点・成果ともに独創的・発展性が高いと考えられる。低位相ノイズのテラヘルツ帯トランシーバの試作は新たな周波数帯開拓の着実な進展であり、意義が大きい。自然知規範型情報通信基盤技術及びバイオICT基盤技術は、評価者の専門分野からは離れているが、いずれも生体の機能に着目した非常に独創的な内容と思われ、ショウジョウバエを用いた実験系の確立やフィーディングニューロンでの情報処理の発見など、また、生体分子を組み合わせた情報処理システムの要素技術など、顕著な成果と思われる。</p>	現時点で改善すべき点は特に見当たらない。いずれも科学的意義の非常に大きい研究内容と考えられる。ナノハイブリッド基盤技術の高速無線-光信号変換素子や、超高周波基盤技術のテラヘルツ帯トランシーバや集積化高安定コム信号源などは、新たな周波数帯の開拓として意義が大きく、今後一層の高周波化・高性能化の要求や光デバイス・電子デバイスの融合や棲み分けなど具体的になっていくだろうと思われるが、さらなる進展を期待したい。
評価者B	A	<p>継続的な基盤研究の積み重ねが必要な課題に対して、次世代技術としての応用展開を見失うことなく、基礎的データを着実に積み上げている。民間は言うに及ばず、大学でも継続的研究体制をとることが困難となりつつある昨今において、国立研究機関として学術的に価値の高い研究を行い、学会発表および論文発表を積極的に行っている。多数の外部資金獲得に成功している点も、科学的意義の高さを反映している。</p>	
評価者C	S	<p>小型ながら高性能を有する昆虫をモデルとし、その追跡行動に関連した神経回路部位の特定と機能解析法の検討に関し、すでに開発した脳活動計測下でVR視覚刺激呈示を行う装置の機能拡張を進めている。また、記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する基礎的検討に関し、パブロフ条件反射実験系を確立し、この条件反応の記憶の基盤に、特定のニューロンでの情報処理があることを発見し、インパクトのある論文として発表するとともに、特許出願を行っている。生体深部超解像計測のための基礎技術の設計に関して、従来の波面センサーや可変形鏡を用いた補償光学的手法とは異なる生体深部観察のための画像処理方法に、新たに開発した近似計算を導入することにより、ほぼリアルタイムで生体深部観察における分解能を回折限界近くまで向上させることに成功し、国際出願を行っている。生体における情報認識の分子基盤の検討に関し、昆虫脳の性決定のマスター制御因子が性分化と幹細胞分化に独立に働くことを発見したことは、たいへん興味深い。さらに、ショウジョウバエ41種の網羅解析から、雄特異的な神経筋構造や雄の求愛様式が独立に進化したことを示唆する結果を報告している。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
評価者D	A	<p>評価対象となる17件の成果報告のうち、下記においてとくに顕著な科学的意義が認められる。</p> <p>臨界温度の高いNbNと、これにエピ成長する結晶性絶縁膜であるAlNとの組み合わせは卓見である。NbN/AlN/NbNエピタキシャル接合を用いた磁束量子ビットにおいて、20 <math>\mu</math>sを超えるコヒーレンス時間を達成し、また同構造により3次元トランズモン量子ビットについて50msを超えるエネルギー緩和時間を観測した点を高く評価する。</p> <p>0バンドおよび可視光域において、E0ポリマー/Si変調器を作製し、従来型Si光変調器より遥かに高効率な光変調を実証した成果は、安価なSiディテクタが使用できる波長帯での超高速光制御技術に革新と発展をもたらして5Gの実現に向けた高速化と低消費電力化の基盤技術として特筆される。</p> <p>テラヘルツ帯トランシーバの高性能化に不可欠な高出力LO逡倍器回路を電力合成によらずシングルパス構成で国内外トップクラスの出力性能を示したことは、注目に値する画期的な成果である。</p> <p>ショウジョウバエへの機械刺激を餌刺激に連合するパブロフ条件反射実験系を確立し、この条件反応の記憶の基盤に、脳内の摂食行動司令ニューロンであるフィーディング・ニューロンでの情報処理があることを発見した成果は、脳内記憶実態の初の観察例としてきわめて画期的である。</p>	
評価者E	S	<p>デバイス系については専門外であるため自信を持った評価はできませんが、超伝導ナノワイヤ関連及びE0ポリマ関連は学術的にも際立った成果の一つだと思います。バイオICT関連では、ハエをモデルにしたVRと接続した神経活動解析は大きなポテンシャルがあると思います。また、バクテリアの挙動を用いた化学センサは非常に独創的で効果も説明しやすい優れた研究だと思います。個人的には、分子モーターを改変したアクチュエータおよび分子分別技術は国際的にも追随を許さない尖った研究と高く評価します。</p>	特にありません。ただ、予算規模と人員を考えると、極めて少人数で取り組んでいるところもあるかと思います。孤立していないか少し心配になりました。
評価者F	S	<p>窒化物超伝導体の作成技術を進化させており世界にさきがけたデバイスの実現をした。E0ポリマーによるテラヘルツ級の光変調の実証や昆虫の脳機能解明など優れた成果もあげた。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)ウエハサイズでのE0ポリマー膜の汎用的転写技術を世界で初めて開発するなど、超広帯域電磁波制御デバイスや高効率THz検出デバイスの量産化、実用化につながる社会的価値の高い成果を導いている。</p> <p>(2)E0ポリマーの光耐性強化に指針を提示したことは、当該デバイスの長期安定性を可能とすることから、社会実装を見据えた社会的に優れた技術開発である。</p> <p>(3)THz帯トランシーバのLOの最終段に注入同期型増幅系を導入して、回路面積の低減、低諸費電力、小型、軽量化に道筋をつけたことは、高速・大容量無線通信THz帯トランシーバの実現に寄与し、Beyond 5Gに向け社会的価値の高い成果である。</p> <p>(4)微生物(生物)を化学物質のセンシングに活用する「バクテリアセンシング技術」は、環境やヘルス分野などにおける新しい(化学)物質識別法として社会的価値が高く、将来産業化の可能性も期待できる。</p>	特になし
評価者A	A	<p>フロンティアサイエンスということで、多くは基礎的なサイエンス分野なので、社会的価値の評価は現時点ではまだ早いと思われるが、ナノハイブリッド基盤技術における高効率光変調の達成は、通信の高速化と低消費電力化の点で社会的価値があり、また、高速無線光信号変換素子は、高周波化や高感度化などこれからの研究に期待するところも大きい。また、新たな周波数帯の高速・大容量通信に向けて社会的意義が大きい。また、超高周波基盤技術のテラヘルツ帯トランシーバやGaN-HEMTの研究開発は、JSTやNEDOのプロジェクトも行っており、これも新たな周波数帯の開拓として社会的価値が高いと考えられる。</p>	<p>現時点で改善すべき点は特に見当たらない。</p> <p>自然知規範型情報通信基盤技術及びバイオICT基盤技術は、現時点では非常に基礎的なサイエンス分野なので、当面は科学的意義を重視して、体系的な学術分野として大きくなっていくことを期待しますが、それとともに、今後の進展により出てくる可能性のある、社会的価値に結び付く内容も積極的に進められることを期待します。</p>
評価者B	A	<p>量子コンピューティングは我が国が先鞭をつけながら実用展開では海外に出遅れつつあるが、材料に基礎に立ち戻ることで、新たな切り口を開拓している。</p> <p>5Gデバイスの商業ベースでは我が国の事業者は立ち遅れているが、次のステップを目指すためには国研による先導的開発が有意義である。</p> <p>拠点間のみならず、セット内部でも光伝送が必須技術となりつつあるが、先端ノードのみならず民生機器でも光情報処理を推し進めるためには、プロセス性の高いポリマー素子を開発することは有意義である。</p> <p>ミリ波・テラヘルツ帯の利用では、通信のみならずセキュリティ分野でも社会的要請が高いが、現実には実用化が進んでおらず、基礎から応用展開へと接続するための継続的な研究開発を行うことは有意義である。</p>	
評価者C	B	<p>フロンティアICT基盤技術 研究活動等の取組・成果に関して、評価者の専門分野においては、社会課題や政策課題の解決に至る段階ではないと判断した。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
評価者D	A	<p>評価対象となる17件の成果報告のうち、とくに下記の成果は、社会的価値が広く認知されたと認められる。</p> <p>AIに替わる新しい超伝導素子の材料プラットフォームとして窒化物超伝導材料がきわめて有用であることへの社会的価値が広く認知されたことが、Communications Materials誌への論文掲載、新聞8紙への記事掲載等からわかる。</p> <p>従来のSi光変調器よりも遥かに高効率な光変調を、とくに可視光で圧倒的に高効率な光変調動作を世界で初めて実証する本成果は、LiDARやスマートグラスなどを小型化・低コスト化に導くなど、データ通信の高速化と低消費電力化に資する顕著な成果であると共に、情報通信機器製造企業との共同研究によって行われることにより、その研究体制そのものの社会的価値が高いと認められる。特許出願も評価される。</p> <p>量産化可能なデバイス構造でB5Gの高速無線-光信号変換技術の実現に資する150GHz帯直接光変調デバイスを実証した点に高い社会的価値を見る。またその鍵となるE0ポリマー膜積層膜の作製技術を開発した点も高く評価する。</p> <p>E0ポリマーの光劣化原因を解明し、光耐性強化指針を見出した点は、科学的知見としては地味かも知れないが、E0ポリマーデバイスの長期安定性に向けて高い社会的価値を有する顕著な成果である。特許出願、登録も評価される。</p> <p>テラヘルツ帯トランシーバの高性能化に不可欠な高出力L0通倍器回路を、電力合成によらずにこれを実現した本成果は、回路面積の削減と低消費電力化、さらには小型化・軽量化に貢献するものとして、高い社会的価値を有するものである。</p>	
評価者E	A	<p>E0ポリマー関連は外部との共同研究も活発で今後の成果が期待されます。また、バイオICTのバクテリア細胞センサー技術は、適切な応用先を設定すれば(ここが難しいのですが)、社会実装も十分に可能であると思います。</p>	先にも述べた通り、(少々妄想があっても)具体的な夢の形を描いてはどうでしょう？
評価者F	A	<p>超伝導や生物系を用いたセンシングに強みを見せた。これまで取りにくかった情報の取得と理解に向け、オリジナルな技術に基づく活動と優れた成果が出ている点は情報社会における情報の多様化による利便性をもたらす高い社会価値を持つものとして評価できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		(1)SSPD技術について、民間企業とライセンス契約を締結して技術移転を完了したことは社会実装実績として高く評価できる。 (2)民間企業との共同研究で、従来型より大幅に高効率化したE0ポリマーハイブリッド光変調器の試作に成功したことは、事業化に繋がる成果と考える。	特になし
評価者A	A	フロンティアサイエンスということで、多くは基礎的なサイエンス分野なので、社会実装に関しては現時点では評価はまだ早いと思われるが、超高周波基盤技術におけるGaN-HEMTの高出力化は顕著な成果であり、企業との共同研究もあり、社会実装につなげる取り組みは十分と考えられる。	現時点で改善すべき点は特に見当たらない。 ナノハイブリッド基盤技術・超高周波基盤技術はBeyond 5Gに向けて社会実装に最も近い分野であり、今後も進展を期待します。
評価者B	B	学術研究のみならず、特許出願および民間との共同研究を積極的に進めており、社会実装を明確に意識した研究態勢がとられている。	超高周波基盤技術では、実績リストに社会実装の自己評点がありませんが、民間との共同研究やNEDO受託研究などは、実装を見据えた段階に入ったものであり、成果項目として挙げる価値があると考えられます。
評価者C	A	フロンティアICT基盤技術 研究活動等の取組・成果に関して、評価者の専門分野においては、生体深部超解像計測のための基礎技術の設計に関して、研究開発の成果を社会実装につなげる取組としてもっとも近いと思われる。	

令和3年度外部評価結果【No.5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
評価者D	B	<p>フロンティアICT基盤技術分野の性格上、研究開発の成果を社会実装につなげることが必ずしも容易ではないことをよく理解します。しかし下記の【項目全体：改善すべき点】にも記載したとおり、たとえ原理検証段階であっても、原理検証には原理検証なりの社会実装が可能と思います。ぜひ常にマーケットを意識して基礎研究を行っていただきたいと願っています。以下、目を惹いた成果について論評します。</p> <p>SSPD技術を単なる原理検証に終わらせることなく、単一光子検出器のトップメーカーである民間企業への技術移転を完了させたことを社会実装の点から高く評価する。事業化を見据え、共同研究パートナーである情報通信機器製造企業のSiフォトニクスファブで作製したSiスロット光変調器構造を用いてE0ポリマーハイブリッド光変調器を試作し、従来のSi光変調器よりも遥かに高効率な光変調を実証した点は、当該技術の実用化に向けての大切な一歩である。</p> <p>ウエハサイズでのE0ポリマー膜の汎用的な転写技術は、低誘電率絶縁材料を使用したB5G向け高周波デバイス等の量産化製造に必須の技術として、きわめて重要である。多数の企業から反応があるということで、今後の発展に期待する。</p>	
評価者E	A	<p>社会実装に向けて明確な道筋のものは多くなかった印象ですが、A-STEPに採択されたナノハイブリッド構造デバイスの研究は精力的に進められている印象です。</p>	<p>組織としての何か制度についてご説明いただくと良かったかもしれません。</p>
評価者F	A	<p>SNSPD、E0ポリマーにおいては基盤技術の成果を産業界に移転して実用化への貢献がみられること、テラヘルツ関連技術において、オリジナルかつ優れた成果をあげ、Beyond 5Gへの貢献が期待される点、が評価できる。</p>	

1. 分野別評価(年度評価)  
【 No. 5 フロンティアサイエンス分野】

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし	(1) 研究所内異分野連携、機構内連携、外部連携を積極的に進められていることは、研究推進上の実質的効果に加えて、そのシナジーとして斬新な発想力や新しい研究文化の醸成に役立つ優れた取組と考えます。さらに、すでに実施されているかも分かりませんが、分野的に近いCiNetと神戸フロンティア研究センター(神経網ICT研究室、バイオICT研究室)間で中長期の研究者交流(クロスアポイント的な)を行うことも効果的ではないかと考えます。 (2) 特にバイオ分野では、過度に社会実装を意識せず基礎科学の研究をしっかり進め、世界的な研究成果を出すことが重要であると考えます。
評価者A	順調なスタートであり、現時点で改善すべき点は特に見当たらない。	基礎科学から、デバイス開発、社会実装までつながる可能性まで、NICTならではのきわめて質の高い研究を行っていることは高く評価できます。このような先端的研究でありながら、結晶やデバイス作製などの細かな条件出しや測定技術の整備など、周辺技術も重視して進めている点もよいと思います。 フロンティアサイエンスということで、集積型超伝導回路基板技術、自然知規範型情報通信基盤技術、及びバイオICT基盤技術などの基礎的なサイエンス分野では、科学的意義を重視して、体系的な学術分野として大きくなっていくことを期待します。それとともに、今後の進展により出てくる可能性のある、社会的価値に結び付く内容も積極的に進めることを期待します。また、社会的価値・社会実装に近いナノハイブリッド基盤技術や超高周波基盤技術などでは、新たな周波数帯の開拓の部分では今後一層の高周波化・高性能化の要求や光デバイス・電子デバイスの融合や住み分けなど、具体的になっていくだろうと思われませんが、さらなる進展を期待したいと思います。
評価者B	これまでの評価では成果のみをご報告いただいていたのですが、今回は、どのような課題があるかも一部で報告があり、技術の現状をより良く理解することができました。課題・問題を明確化できることも重要な科学的・技術的成果であると考えられます。	NICT内部で新たな協力関係が育まれつつある点は有意義と考えられます。時宜にかなった組織変更を行うことも、学術的進展や社会情勢の変化に対応するために有用であり、中長期計画として評価することができます。その一方で、短期間での組織変更は研究者にとっては余分な負担となる可能性もあるので、常時フレキシブルに横串を通した協力関係を醸成する仕組みがあると、イノベーションにつながるものと評価できます。
評価者C	今回、初めて参加させていただき、まだ十分に理解が足りてはいないかもしれませんが、研究の進展状況を興味深く伺いました。NICTそのものや、フロンティアICT基盤技術分野に関しては、世界中でどのような研究所が「ベンチマーク」となるか意識するのが良いのではないかと感じました。全体的なバランスとしては、もう少し生命科学寄りのユニットがあった方が交流が深まるかもしれません。研究所外との積極的な交流も、特に参画する若い研究者にとって必要なのではと考えます。神経系のデバイス開発(材料&システム)などの研究分野も拡張の際に考慮できる分野かと思えます。また、研究人材のダイバーシティの観点からは、外国人研究者の割合や、女性研究者の参画が少ないことを次期では改善すべきと思われる。アウトリーチ活動についても、国民の理解を得るためにさらに努力されると良いと感じました。	バイオICT基盤技術に関して、生体分子や細胞の利活用が今後の大きな鍵になると思えます。また、生物脳がどのようにして省エネ化を実現しているのかについて明らかにすることにより、エネルギー消費を減らしつつICT技術を発展させることに繋がるのではと期待いたします。評価者の専門分野とはいえませんが、ユニバーサルコミュニケーションは非常に注目される分野になると思えます。単なる自動翻訳システムではなく、文脈依存的、情動対応型になっていくことが期待されます。

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(1)フロンティアICT基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
<p>評価者D</p>	<p>1. フロンティアICT基盤技術では基礎的な研究成果が多いため、ややもすると個別数値の羅列に終わりがちです。常に個々の成果が、最終的にBeyond 5G, Society 5.0 とどう繋がるかを念頭に、①目的とする最終技術とそのB5Gにおける役割、②目的技術の実現をこれまで妨げてきたボトルネック、③当該成果の概要と②における貢献をぜひ記載いただければと思います。</p> <p>2. (不当にも)技術ただ乗り論の濡れ衣を着せられていたかつての日本はともかく、今日では、日本で発見された諸原理・諸機能が諸外国ベンチャー企業によって商品化され、利益をみな持っていかれるという図式に陥っています。半導体の反省で言えば、日本企業は「十年持つ製品を開発するまでは市場に出さない」との性能市場主義から市場投入が遅れ、1-2年しか持たない製品を投入する後進諸外国メーカーが市場から突き返される不良品を交換しつつ消費者のニーズと市場を押さえ、同時に性能を急速に高品質化させていった戦略に完敗したのです。</p> <p>NICT発の技術がその轍を踏まないよう、切に願います。初期優位性が後発グループにキャッチアップされて失われていく例がいくつかあったようなので、そんなことを連想しました。たとえ原理検証段階であっても、原理検証段階には原理検証段階なりのお金の儲け方があるはずで、それは単にお金の問題ではなく、本質は「概念」市場のプライオリティの問題です。よい技術は、ぜひ諸外国とも手を組んで、世界で使ってもらえる技術に仕立ててください。</p>	
<p>評価者E</p>	<p>ボトムアップ的取り組みは大変大事だと思います。一方で、将来の具体的成果イメージ・社会実装イメージを持つことは、ご自身の研究の意義を再確認する良い機会になることに加え、外部に対する説明がやりやすくなるかと思います。</p>	<p>大変結構だと思いました。</p>
<p>評価者F</p>		<p>この領域は5年で区切ることが難しい時間のかかる領域、しっかりと基盤技術を固めることと、どこに斬新さを求めるのかを出口側の領域と連携し考え続けていくことが重要である。大型成果創出を期待する。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(2)先端ICTデバイス基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)グリーンICTデバイス研究室長がClarivate Analytics社の「Highly cited Researchers 2021」に選出されたことは、機構発の酸化ガリウムの研究が世界の当該分野をリードしてきたことの証であり、その科学的価値は極めて高い。</p> <p>(2)高周波酸化ガリウムFETのRFデバイス性能限界の探索的研究は、その先導的役割を果たし、今後の応用展開で世界をリードしていくために重要であり、その科学的意義が高い。</p> <p>(3)縦型FET用デバイスプロセスを適用して作成したショットキーバリアダイオードで、世界最高レベルの耐圧/オン抵抗をもつデバイス特性を実現したことは、その科学技術レベルの高さを実証している。</p> <p>(4)表面ナノ構造により、光学レンズ不要の深紫外LEDの高指向発光特性を世界で初めて実現したことは科学的意義が高い成果である。</p>	特になし
評価者A	A	<p>酸化ガリウムデバイスに関して、セルフアラインゲートMOSFETのプロセスを確立して高周波デバイス特性改善への道筋を示したこと、および、Ga203/Siヘテロ接合による界面物性の評価は、いずれも、デバイスの高性能化に向けたスタートとなる基盤的な内容であり、Ga203という新たな材料のデバイス・物性の知見として科学的価値がある。AlGaNの高ホール濃度達成と深紫外LEDの光取り出し構造考案による高効率達成もこの材料系の光デバイス高性能化に向けた基盤的な内容として、また、高強度深紫外LEDによるごく短時間での新型コロナウイルス不活性化は医療応用に向けた新しい知見として、いずれも科学的価値が高い。</p>	<p>現時点で改善すべき点は特に見当たらない。</p> <p>いずれも科学的意義の非常に大きい研究内容と考えられる。酸化ガリウムデバイスはNICT発の研究であり、材料としてもp型n型の特性やヘテロ界面の特性など新たな知見がこれから明らかになるとともに、最適なデバイス構造やそのための形成プロセスなども明確になっていくことが期待される。深紫外LEDも、p型などの材料特性改善や新構造の考案によりデバイス特性が改善していくことが期待される。高出力で放射特性の良好なデバイスの観点から、レーザーダイオードも科学的価値が高いと考えられる。共振器構造などチャレンジングな内容も多いが、実現に向けた研究も将来的に期待したい。</p>
評価者B	A	<p>Ga203デバイスに関しては、寄生アクセス抵抗低減による高周波特性の改善は過酷環境下でのRFデバイス向けには必須であり、これに向けた活動を継続してほしい。昨年GaNには及ばないというコメントもあったが、今回のSiとのヘテロ接合も含めて、RFデバイス向けの技術ロードマップが明示されるとなお意義が明確になると思われる。</p> <p>深紫外デバイスに関しては、懸案だったp-GaN層での内部吸収を抑制する構造を開発し、効率をより向上させることが出来た。また、表面ナノ構造による配光制御を進め、波長帯的に光学部品創出が難しい中、通信デバイスの実現に近づく成果と考える。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(2)先端ICTデバイス基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)「Highly cited Researchers 2021」に選出されたことは、機構のプレゼンスを高める社会的に価値のある成果である。</p> <p>(2)低コストで、高周波、耐環境性、大電力特性等の特長を有する酸化ガリウムFETの実用化推進はGX(グリーントランスフォーメーション)にとって重要な取組であり、その国内唯一の研究機関としての研究活動は社会的価値・貢献度が非常に高い。</p> <p>(3)開発した高強度深紫外LEDが新型コロナウイルスに対して極めて高い不活性化効果を示すことを実証したことは、その応用に向けて社会的価値が高い成果である。</p>	特になし
評価者A	A	<p>酸化ガリウムによる高周波デバイス・極限環境デバイス・高効率パワーデバイスの基盤的技術となるデバイスプロセスの確立は、このデバイスによる高効率電力変換や環境保全など社会的価値のある成果と考えられる。深紫外LEDの高効率達成、表面ナノ構造による放射特性制御、新型コロナウイルスの不活性化は、医療応用やソーラーブラインド光通信・センシングなどの安全・安心に向けた社会的価値がある。</p>	<p>現時点で改善すべき点は特に見当たらない。</p> <p>酸化ガリウムデバイスは、今後、材料物性が明らかになるに従い、デバイスの最適構造や特性なども明確になり、他の材料との競合や棲み分けなどがこれから重要になると思われる。極限環境デバイスなど重要な応用もあり、デバイスの特長を活かした高性能化や応用展開を期待したい。深紫外デバイスもコロナウイルス不活性化などを含む医療応用に適した特性や構造、ソーラーブラインド通信の通信速度などとそれに必要なデバイス特性や構造など、明確にしていくことを期待したい。</p>
評価者B	S	<p>Ga203デバイスに関しては、パワーデバイスに関してはGa203単独でデバイス化を進められるだろうが、RFデバイスに関してはSiとの組み合わせの可能性が広がることで民生向けのデバイスとしての可能性が広がる価値を評価した。また、この領域におけるグリーンICTデバイス研究室長の技術的リーダーシップが認められた『Highly cited Researchers 2021』への選出は、NICTの研究の社会的意義を大いに高めたと考える。</p> <p>深紫外デバイスに関しては、p-GaN内部吸収抑制以外に、p-GaN細線化やHfO2層利用によって取り出し効率を向上させたことは、広く殺菌デバイスとして利用されるであろうこのAlGaInデバイスの省エネ性能で日本のカーボンフリーに向けたアクションの一端を担ってくれと期待したい。また、社会を混乱に陥れたCOVID-19不活性化の成果で、次のパンデミックへの備えの一つとして社会的価値があると評価する。</p> <p>本来、総合してA評価と考えるが、グリーンICTデバイス研究室長のこれまでの活動へ敬意を表し、S評価とします。</p>	

令和3年度外部評価結果【No.5】フロンティアサイエンス分野(2)先端ICTデバイス基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)縦型酸化ガリウムショットキーバリアダイオードは実用化に向けて民間企業と共同研究を進めており、社会実装が期待できる。高周波FETについても企業等から関心を寄せられており社会実装を見据えた進展が期待できる。</p> <p>(2)高強度深紫外LEDは産官学連携により新規実用光源や感染症対策技術などとして早期実用化の取組が始まっており、社会実装の本格化が視野に入ってきている。</p>	特になし
評価者A	A	酸化ガリウムショットキーバリアダイオード、および、深紫外LEDともに世界最高レベルの特性を持つデバイスが得られており、企業との共同研究もアクティブに行っており、社会実装につなげる取り組みは十分に行われている。	現時点で改善すべき点は特に見当たらない。いずれのデバイスも、省エネルギーや環境保全、安全・安心などに向けた重要なデバイスであり、今後も進展を期待します。
評価者B	A	Ga203デバイスに関しては、パワーデバイスに強みを持つ電機メーカーとの実用化共同研究に進めることが出来たことを評価します。 深紫外デバイスに関しては、多くの民間企業との連携を通じ、深紫外デバイスの実用化が進んでいること、また、省エネ型感染症対策としての国家プロジェクトも動きが進んでいることを評価します。	

令和3年度外部評価結果【No.5】フロンティアサイエンス分野(2)先端ICTデバイス基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし	<p>(1) ソーラーブラインド光空間通信技術の開発は、実用化にはまだ時間が必要と思われますが、その応用分野と受信機(受光器)なども含めたシステム全体の開発計画などを示される必要があると思います。</p> <p>(2) 酸化ガリウムデバイスについては、その応用ポテンシャルは高いと思われますので、例えば種々の宇宙空間通信・エネルギー無線伝送システム等への可能性など、いくつかの想定される応用面やその有用性(他の高電力デバイスに比べて)などについて言及し、大きな目標設定を掲げることも必要ではないかと考えます。</p>
評価者A	順調なスタートであり、現時点で改善すべき点は特に見当たらない。	材料の基礎物性から、デバイス開発、社会実装までつながる、NICTならではのきわめて質の高い研究を行っていることは高く評価できます。このような先端的研究でありながら、結晶やデバイス作製などの細かな条件出しなどの周辺技術も重視して進めている点もよいと思います。競合するデバイスもあり、競合や棲み分けなどもますます重要になってくるとは思いますが、今後も進展を期待したいと思います。
評価者B	<p>Ga203デバイスに関しては、パワーデバイス用途、高周波用途、それぞれ対抗技術とどう棲み分けるか、その価値をどこで最も輝かせるのか、各技術の開発動向も踏まえた方向性の打ち出しがトップランナーとして求められるのではないかと思います。昨年に続き、2021年も宇宙関連のニュースがありましたが、宇宙技術への貢献ももっとアピールすべきポイントと考えます。日本発の明るいニュースになり得ます。</p> <p>深紫外デバイスに関しては、既に色々お考えだとは思いますが、最終的に世に出すためにはパッケージング技術が必須だと思うのですが、その道筋をどう考えておられるのか、ロードマップとして示していく必要があると思います。</p>	<p>Ga203デバイスに関しては、放射線下での検討を令和7年度に実施される予定ですが、宇宙以外にもHAPSなどへの適用などが考えられると思いますが、適用メリットはないでしょうか？</p> <p>深紫外デバイスに関しては、LDが実現したとしてその通信への活用法が見えにくい感じがします。その活用法はNICT内の通信方式を研究する他部署との連携などは進んでいるでしょうか？</p>

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(3)量子情報通信基盤技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1) 独自に開発した高速秘密分散技術などを活用して、データ容量の大きいゲノムデータを高速分散ストレージすることに成功したことは、今後嚴重に秘匿すべき大容量データのストレージ技術に道を開き、その科学的意義は極めて高いと考えられる。</p> <p>(2) 物理レイヤ暗号の秘匿通信容量定理の証明に成功し、これまで未解決であった課題を解決したことは今後の当該分野の発展に貢献する大きな科学的成果である。</p> <p>(3) 超伝導材料として全窒化物超伝導磁束量子ビットの開発に世界で初めて成功したことは、素子の安定性に加え、量子コンピュータやトラスデッドノードに頼らない完全な量子ネットワークのための基盤技術としてその科学的意義は極めて高いと評価できる。</p>	特になし
評価者A	S	<p>光空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号は、BB84とは異なる別方式としてDPS方式を研究推進してきた成果を生かし、地上との通信での原理検証を行うことが達成されている。また、衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術で、光空間通信という地上から宇宙までの多様性を有する環境で、新たに量子暗号と物理レイヤ暗号を見通し通信QKDを実現する方式を世界に先駆けて提案しており、当該分野のトップジャーナルに論文掲載されており、高く評価できる。</p> <p>科学的意義がたいへん高い。</p> <p>量子暗号ネットワークの課題では、量子暗号ネットワークと秘密分散・セキュア計算を実現する量子・現代暗号の情動的な安全性を達成する方式を統合することで、統一的なセキュア通信を理論的に構築できることを示しており、そのテストベッド化が実現されているという点で、情報科学の面から高く評価される。</p> <p>量子ノード技術に関する量子計測標準技術・光量子制御技術では、新型イオントラップシステムでイオンを2次元配置した光時計の高性能化に資する実証を行っており、2光子量子干渉の実験成果とともに、科学的意義が高い。</p> <p>新型超伝導量子ビットについては、シリコン基板上での全窒化物による超伝導量子ビットの実現という将来の大規模量子コンピュータ向けに大きなアドバンテージを有する独自デバイスの研究が推し進められており、本年論文掲載された従来値より44倍以上と桁違いの量子干渉時間を達成しており、学術面での科学的意義が高いものと評価できる。</p> <p>量子セキュアクラウドの研究開発をはじめ、他の項目でも科学的意義の面で標準を超える面をもっている。</p>	<p>量子ノード技術の量子計測標準技術・光量子制御技術の科学的意義の高さはすでに上述したようにSレベルと評価できる。その自己評価で社会的価値がAと標準を超えるものになっているのは妥当として、もし可能であれば社会的価値創造に向けて、この独自の全窒化物による超伝導量子ビットの実現研究の意義をさらに高める・理解してもらうためには、5年を超えるスパンのレベルまでのロードマップ的なものを内部的に保持しておき、それを更新していくこともよいのではないかと。超伝導量子コンピュータは、Google、IBM、Rigettiなど世界での競合相手も多く、その中でもアプローチが様々なところで、それらを5-10-20年後の本研究をどう位置付けていくかなど。新型超伝導量子ビットのテーマでも同様の点と言えるかもしれない。要素技術として何が、今回のものがどのように位置づけられるかなど。</p>
評価者B	S	<p>量子セキュアクラウドのユースケース開拓は世界的にも先行的な試みとして大変期待が持てる。NICTの超伝導デバイス技術を活用した量子ビットの実現も他機関が真似できない技術を用いており、今後も含めて高く評価できる。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(3)量子情報通信基盤技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)量子セキュアクラウドを用いて個人情報保護しながら二次利用を可能とする特許申請は、医療機器と量子セキュアクラウドとの連携などが視野に入り社会的価値の高い成果である。</p> <p>(2)静止衛星-地上局間見通し通信QKD特許出願や物理レイヤ暗号の秘匿通信容量定理の証明など、宇宙から成層圏までの移動ネットワークにおけるセキュリティ対策に重要な社会的価値の高い成果を上げている。世界各国が鎬を削っている分野と思われるが、精力的に取り組み着実に成果を上げている。</p> <p>(3)ITU-TやETSI、ISO/IECにおける標準勧告体系の整備や装置の評価・検定・認証に向けた規格づくり等の活動は国益に適うものである。</p> <p>(4)アルミを用いない全窒化物超伝導磁束量子ビットの開発は、今後アルミニウムに代わる材料による量子演算素子として普及する可能性が期待できる。</p>	特になし
評価者A	A	<p>量子セキュアクラウド研究開発において、社会的価値創出に大きく貢献している。本システムによって、東芝・東北大学等と連携して、300Mbps以上での80GBのデータの高分散バックアップに成功し、QCrypt 2021で発表等しているのは、広くその社会的価値の大きさを示すものである。ゲノム解析データを安全に二次利用を可能にする方式は、ゲノム情報の医療応用を個人情報保護を守りながら推し進める社会的価値をもたらす。</p> <p>見通し通信QKDプロトコルは、衛星をもちいたセキュア通信を、より高度の高い衛星から低軌道衛星まで、そして宇宙環境での耐久性を保持して可能とするもので、社会的価値の観点から高く評価できる。</p> <p>量子暗号ネットワークの課題では、NICTが世界に先駆けて実施している量子暗号ネットワークと秘密分散をセキュアネットワークコーディングを通して、量子暗号のみでは実現できない限界を突破し、ビジネス展開に向けたとして社会に提示されており、評価できる。</p> <p>社会実装試験等を通じた量子暗号技術の標準化推進では、金融データに対して量子セキュアクラウドが社会価値を創出することのPOCが行われており、価値の高いものである。金融等も含め多面的な量子暗号ビジネスを展開し、そこでの我が国の優位性を維持するための特許戦略への取組も社会展開において必須であり、評価できる。</p>	
評価者B	A	<p>量子セキュアクラウドのユースケース検証や衛星を用いた長距離化提案、量子暗号の標準化推進は安全安心な社会へ向けた量子暗号技術の有用性を示した価値の高い活動である。</p>	

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(3)量子情報通信基盤技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		大容量ゲノムデータの分散バックアップに成功したことは、社会実装に直接つながる大きな進歩であると考えます。	特になし
評価者A	S	社会実装については、マークした3つを通して非常に優れた成果が挙げられている。量子セキュアクラウドの大容量ゲノムデータの実証は、国民の健康に関する安心・安全をNICTの研究成果により高めるものとなっており、社会実装が広がるための大きな一歩となっている。量子暗号ネットワークの研究成果からは、BB84量子暗号方式とともにNICTの研究で世界独自技術であるCV-QKD方式を合わせて実施できるようになっており、短距離から長距離までその難しさに応じた社会実装を可能にする方式の提供を可能にしている。このことは、国土強靱化の面で、災害に強いレジリエントシステムを構築できることを最新技術で実現することにつながる。さらに、量子暗号技術の社会実装試験等について金融分野まで展開が図ることが可能となれば、機微情報管理を必要とするさらに広い範囲も含めての社会実装の重要度を示すことになり、評点Sと評価することができる。	
評価者B	A	量子暗号技術のユースケースの拡大、実装方式の簡便化、標準化を進める成果をあげた。さらに産業界と連携して社会実装への活動を積極的に進めている点も評価できる。	

令和3年度外部評価結果【No.5】フロンティアサイエンス分野(3)量子情報通信基盤技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし	宇宙、成層圏の移動体ネットワークのセキュリティー技術の開発は世界的情勢から急務と思われるので、現在計画している物理レイヤー暗号長距離鍵配送のための独自技術のISS実証や、静止軌道衛星搭載装置の開発等は可能な限り早められる方が良いのではないかと。
評価者A	基本的によく計画が練られており、研究が着実に進捗している。	年度毎の進捗状況と5年間の目標設定はなかなか大変な作業だと思いますが、十分にそれに見合う成果を出して対応されて、ぜひ時間も有効に使いながら進める方法をより検討頂けるとありがたいです。今年度のように初年度の場合、5年間の目標設定は若干距離感が感じるところもありますが、それはやむをえないところでもあるのだと思います。見学会を実施頂いたのも、現在の状況を把握させていただける貴重な機会、外部評価に生かせるものであると認識を深めました。
評価者B	特に改善すべき点というわけではないが、量子情報技術については国際競争が激化している。NICTの強みを生かしつつ、他機関との連携も進めて競争力をより強化していただきたい。	QKDなど運用性までの検証が進んでいる量子暗号技術に関しては中長期目標スケジュールにとらわれず積極的に社会実装を進めるべきである。現代暗号や主流のICT技術とうまく融合するよう進めていくことがポイントと考える。

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(4)脳情報通信技術

科学的意義	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)嗅覚刺激の種類によって映像のスピード感が変わる嗅覚と視覚のクロスモーダル現象を発見し神経科学的エビデンスを確立したことは、科学的意義が非常に高い成果と考える。</p> <p>(2)脳内情報のモデルをAIへ融合して知覚、認知内容において個人差を反映する脳融合AIの開発に成功したことは、人工脳モデル構築に向け科学的意義が高い。</p> <p>(3)超高磁場(7T)MRI装置などを駆使して種々の知覚、認知についてその脳活動や脳機能の解明を進めており、それぞれに科学的意義の高い研究活動の展開とそれによるいくつかの新しい科学的成果を創出している。</p>	特になし
評価者A	A	<p>人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発における、刺激の新しい提示手法、嗅覚のような新しい刺激モダリティへの取組、高分解能での計測手法のような脳科学実験の基盤となる技術に関して世界的に見ても顕著な成果が得られている点を評価しました。こうした技術に支えられた高度な実験基盤を活用して、クロスモダリティな全脳的活動の計測と分析、脳活動と簡易なアンケートの結び付け、脳活動と意思決定や社会的価値観の結び付けのような科学的発展性と実用化可能性がともに高い顕著な成果が得られています。脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進に関して、海外の研究者と連携して、分野トップレベルの国際会議である ICLR において脳研究とAI 研究の融合に関するワークショップを開催していることも分野を活性化するという意味で科学的価値が高いものです。被験者実験の情報管理に資する被験者情報システムの開発と運用も、多くの研究現場の支援につながる波及効果の大きな成果と評価できます。ここまで述べたように、基盤技術研究とそれを活用した研究がバランスよく進められている点も高く評価しました。</p>	fMRI、MEG、実環境での脳波計測、といった、世界的にも高い水準の脳科学実験基盤とそこから生み出される脳科学データを活用した新しい研究テーマや研究人材の育成・発掘という観点から、それらを利活用する CiNet 独自の公募研究のような取り組みをされることは難しいでしょうか？
評価者B	A	<p>全脳モデル構築に向けて、感覚情報のコーディングからよりさらに踏み込んでモダリティ非依存的な言語認知の領域まで踏み込んだことは重要な一歩であろう。全脳モデル構築において、個人間の差異をどう扱うかは重要な課題である。その意味で脳内情報のモデル化は重要な研究に位置付けられる。超高磁場MRIを用いた血液量変化の計測も興味深い。精査することのできる論文がなく、評価が難しい。</p> <p>ヒトを対象とした脳機能解析技術の深化は脳情報通信技術分野の一つのミッションである。その意味で、fMRIにおいて、BOLD効果ではなくBlood volumeを指標として使うことで、大脳皮質の個々の層の活動を分離した研究は今後が期待される。論文にはまだなっていないようなので、出版後、精査したい。最大5つという制約があるので、チェックしてはいないが超高磁場MRI装置を用いたヒト嗅覚fMRI研究も同じ理由で重要な研究である。</p> <p>将来的な脳情報を用いた通信という意味では異なるモダリティ間の相互作用は重要な課題である。クロスモーダルな相互作用に着目すれば、伝送しにくい情報1も伝送しやすい情報2に変換して送信し、脳のクロスモーダルな働きを利用して再び情報1に戻すことも将来的には可能になるかもしれない(ただし、これは夢である)。</p> <p>ワーキングメモリと安静時ネットワークの間に関連性があること自体はすでに報告があるので本成果は選択しなかった。ワーキングメモリ課題そのものに様々な要素が含まれているので、ワーキングメモリに関する脳科学的指標についての研究成果は課題における注意の寄与が安静時ネットワークに反映されることを示したが、であるとすると、ワーキングメモリ課題に特化した現象ではないかもしれない。ともあれ、安静時ネットワークは脳機能を理解する上で重要であると思うので、更なる進展を期待する。</p>	<p>罪悪感回避・不平等回避による向社会行動の性差の研究について、Onlineの委員会の時にも指摘したが、今一度、指摘しておきたい。これが男女差ではなく、アジア人と西欧人の間に罪悪感回避・不平等回避行動に差があるという話だと考えたら、いかに誤解を招きやすいかわかるだろう。すぐに批判的なコメントが出るだろう。脳情報通信融合センターは、社会に開かれていて、それがまさに良い点である。しかし、それだけに、社会もその活動を注視している。研究成果を社会に発信するときに、男女を差別するというようなニュアンスに取られないように十分に注意を払わなければならない。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(4)脳情報通信技術

社会的価値	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)MRI計測により、ヒトの脳神経系における抑制機構の発達と加齢による劣化を明らかにするとともに、左右の手の工夫を施した運動により改善が図られることを示したことは、高齢化社会において重要となる知見であり、社会的価値の高い成果と考える。</p> <p>(2)罪悪感回避の性差を世界で初めて実証したことは興味深い社会的意味の大きい成果と考えるが、ジェンダーの観点から社会制度や文化の違いをより幅広く検証して異論の余地がなくなるようさらに多数の国と地域でのデータ収集が必要ではないかと考える。</p> <p>(3)歩隔の広い歩行へ誘導するVR歩容改善システムは、視覚的操作による効果的な運動指導システムであり、言語を用いないリハビリテーションへの応用が期待できる社会的価値の高い成果である。</p> <p>(4)CiNetに脳情報ELSI研究グループを令和4年2月に設置し、哲学・倫理学を専門とする研究員が着任することは、個人差の大きい「脳」を取り扱い、かつ将来的にヒトの領域に近づく脳研究を推進するには不可欠であり、社会的価値の高い取り組みである。</p> <p>(5)日本語母語者の英語聴講時の脳波からリスニング習熟度を推定するモデルを構築したことは、今後の日本人の英語会話上達に資する社会的価値のある成果と思う。</p>	特になし
評価者A	A	<p>人間の個人差や価値観の要因となっている脳活動を明らかにすることや、身体の個人差の低コストな計測技術についての成果は、一人一人の人間が尊重され、多様な社会参加を可能とするような社会の構築に貢献する顕著な成果と評価しました。超低消費電力なデバイスや通信のための革新的技術につながる成果も社会的価値が高いものです。また、脳情報に関する研究や成果実装の社会的受容性を高めるために、脳情報 ELSI 研究グループを設置して検討を開始したことも、準備段階の成果として評価しました。</p>	
評価者B	A	<p>十分説明を受けたわけではないが、外部の文科系研究者を加えたELSIの検討体制の構築は、脳情報通信分野において必要不可欠であろうと思う。今後の展開に注目したい。</p>	<p>脳情報通信融合センターの5原則は素晴らしいと感じた。特に少子化の進む日本においては、育成原則は重要である。しかし、あらためて研究者の内訳をみると、外国からの研究者の割合も、また、女性研究者の割合もまだまだ少ない。改善を図る工夫が必要であると思う。海外の大学においては、マイノリティーの割合を数値で規定している場合が多い。そういう工夫も必要かもしれない。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 5】フロンティアサイエンス分野(4)脳情報通信技術

社会実装	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(1)歩隔の広い歩行へ誘導するVR歩容改善システムは、リハビリテーションシステムとして早期の社会実装を期待したい成果である。</p> <p>(2)MRI計測により、脳領域間の抑制機構は左右の手で異なる運動を行う両手運動トレーニングで改善できること、および抑制機能改善は手指の巧緻性の向上に関係していることを示したことは、直接社会実装に繋がる成果である。</p>	特になし
評価者A	A	<p>脳科学のフロンティアを拓く基礎研究に取り組みながらも、得られた成果を社会実装にまで結びつけようとする活動をしっかりと行っている点を評価しました。既に企業との共同研究に結実している成果(脳波を指標とした書字デバイスによる単語効果比較、高齢者の運動野半球間抑制低下のMRI可視化、脳融合AIの技術の特許化、など)やライセンス済のソフトウェア(筋骨格モデルにおける筋変形シミュレーション)などの顕著な成果も出ており、着実に社会実装へとつながっていることを示しています。研究者、企業、一般とターゲットを分けて適切に情報提供の場を設定している点(学界や産業界への成果情報発信、オンラインシステムも活用したセミナー等の運用 など)も評価しました。</p>	<p>一般向けの研究広報に関して、シンポジウムの開催等に加えて、NICTの「バーチャル展示室」などとも連携して、動画を使った情報発信をより一層活用されてはいかがでしょうか?</p>
評価者B	A	<p>脳の仕組みにヒントを得た通信プロトコル(非同期パルス同期多重接続、APCMA)が、実証的な実験の段階にあることは素晴らしいことである。実用化される段階に至れば、大きな成果になる。形状イメージングと二次元超音波イメージングを組み合わせる筋骨格を3次元で再構成する装置の開発は、すぐにでも実用化できそうだ。脳波を指標とする新しい外国語習熟度評価の基盤技術も同様の理由で社会的な価値がありそうだ。これらの技術を実用化し、それによって得た収益の一部が研究に還元されるという循環が図れると素晴らしい。</p> <p>学界や産業界への成果情報発信、脳融合AI技術の特許利用による商用サービスは継続していったよい項目であると認識している。</p>	なし

令和3年度外部評価結果【No.5】フロンティアサイエンス分野(4)脳情報通信技術

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>(1)VR歩容改善システムについては、同時に脳波等の取得も行き、得られた成果のより脳科学的な解析を進めることが必要と思われる。</p> <p>(2)ELSI研究グループには脳科学研究の社会受容性の研究にとどまらず、人文社会科学的視点からの脳活動・機能研究そのものにまで踏み込んだ共同研究を期待したい。</p> <p>(3)神経電極の装着実験については、直接多くの有用な情報が得られることが期待できるが、実施基準を慎重に設定することが望ましい(当然されていると考えていますが)。</p>	<p>(1)脳は微小エネルギーで複雑な情報処理と情報通信(信号伝達)ができるという意味で優れた(究極の)情報通信システムと考えられるが、情感、意思等「心」をつかさどる機能は科学技術的には未解明なものが多い。無機質な部分が多い情報通信分野に上記の両面から「脳」を持ち込むことは、新奇なアイデアに基づく情報通信技術やAI手法の開発に繋がるとともに、ヒトに真に適合する情報通信システム構築に有用であると考えられ、この意味で、大いに研究の進展を期待したい。しかし、研究推進については長期的な視点が求められるので目標設定や開発スケジュールについては着実に成果が見込まれるよう、短期的なターゲットと長期的な課題をベストミックスして開発計画を作成されることを期待する。加えて、常に先端的計測装置の導入や独自開発技術により先導的な研究推進を図ることが求められる。</p> <p>(2)脳機能計測の時間分解能の向上を図るために、新しいバイオマーカーによる計測(可視化)技術の開発を加速化することが望まれる。</p>
評価者A	<p>コロナ禍の中、中長期計画の1年目に既に多くの顕著な成果が創出されている点を高く評価します。今後、個別の成果の発展が、脳の言葉を理解し、個々の人間の価値観を尊重するAIの実現に向けて、マイルストーンとなるような困難な課題のブレイクスルーへとつながってゆくことを期待いたします(改善すべき点ではなく、期待する点です)。</p>	
評価者B	<p>脳の仕組みを解明するというのは、一朝一夕にできる課題ではない。長いスパンで考えないといけない。その中の一年の成果であり、また、コロナ禍にあって様々な制約があったことを考えれば、素晴らしい成果があったと考えて良い。</p>	なし

令和3年度外部評価結果【No. 6】Beyond 5Gの推進

Beyond 5Gの実現に向けた取組の強化につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>研究開発の戦略を描いたホワイトペーパーを作成した。サイバーフィジカルに焦点を当てたこと、生活・産業・医療・教育・防災などの基盤と位置づけたことを評価したい。情報発信・知財戦略策定も初動として十分な結果を残している。</p>	<p>ホワイトペーパーのリファレンスが国内企業やヨーロッパの大学の戦略ペーパーだけ上げられているのはまだ弱い。中国、インドなどアジア大国の動向を踏まえて、グローバルな視点での比較考察が必要かと思われる。</p>
評価者A	A	<p>B5G実現にとって然るべき方向性を確保するには、当初に十分な議論を尽くしてターゲット/アーキテクチャを定めることが重要である。また直進的な発展にのみこだわらず、全く新しい発想に基づくアイデア・提案もサポートして拾い上げる試みも重要と考える。これらの取り組みを実施された点よりAと評価したい。</p>	
評価者B	B	<p>重点課題として3点を特定したこと(とくにイネーブラー機能を含めたこと)、見逃している課題を見つけるために研究所間での対話を重視したこと、ELSIへの考慮を早い段階から入れたこと、ホワイトペーパーをはじめとするコミュニケーション活動に力を入れたこと、標準化機関との連携活動を行ったことは、いずれも取り組みの強化につながる成果として評価できる。ただ、現時点で顕著な成果あるいは将来に向けた特別な成果と判断するのは難しかった。</p>	<p>「ヘテロジニアスネットワークの統合」「データの分散処理機能」「イネーブラー機能」の3つを重点課題としたのは、フィンランドの6Gフラッグシップの戦略的研究4領域(<a href="https://www.oulu.fi/6gflagship/#research">https://www.oulu.fi/6gflagship/#research</a>)とも重なるもので、グローバルに見ても適切と思われる。今後は、個別の研究開発課題がこの3つとどう関連づけられるかを意識しつつ進めていただきたい。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 6】Beyond 5Gの推進

公募型研究開発プログラムを適切に実施したか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>短期間で期間課題6、一般課題20、国際共同研究型プログラム3課題、シーズ創出型プログラム15課題を立ち上げたことは顕著な成果として評価したい。公募から選定の労力は相当であったと推察される。</p>	<p>まずは立ち上がったことを評価したが、これからの進捗チェックが重要となる。臨機応変に計画修正、KPI変更に対応してもらいたい。失敗しようのないプロジェクトは失敗する。リスクが十分に取られている研究課題(失敗するかもしれないリスクが規定されている課題)を積極的に評価してもらいたい。 NICTが研究開発出資機関として、研究成果だけでなく人材育成にも注目していただきたい。</p>
評価者A	A	<p>これまでにない大規模の基金が設定された中、短期間でB5Gに関わる数多くの研究開発促進事業を遂行できた点、高く評価される。またフォーメーションも産学よくバランスが取れていると見受けられる。また大手企業による取り組みだけではなくSME、ベンチャによる提案も拾い上げられている点、評価される。</p>	
評価者B	B	<p>PDをはじめとする組織体制も含めて全体的に適切に実施されている。ただ、公募の提案内容の偏りがあったのかもしれないが、とくにシーズ創出型プログラムでは、サービス/アプリ、デジタルツイン、AI、仮想ネットワークなどのソフトウェアの採択がもっと多ければ良かったと感じる。</p>	<p>横連携を強化するための組織体制が整備されつつあるので、期待したい。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 6】Beyond 5Gの推進

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	Beyond5Gが無線研究とその外縁（ネットワーク、セキュリティ）であることから、そこに焦点が当たるのは当然であるが、キャストングループ・社会的ニーズ分析とシーズ開発との整合性検討の活動に複数シナリオが欲しい。SDGsやムーンショット型R&D（2030、2050の社会）だけでは弱い。	複数シナリオを描くべきだと思われる。一本道で研究開発が予定通り進むはずはない。1 確実に必要な技術（例：テラヘルツ、セキュリティ、サイバーフィジカル統合）開発と、2 その周辺に複数の仮定（キャストینگ）とそれに基づいた複線化した実行計画を並行して検討する必要がある。
評価者A	評価会でも申し上げましたが、内外の多くの団体、企業等がB5Gビジョンを出しています。NICTがホワイトペーパーをタイムリーに作成・公表できた点高く評価します。一方さらにリソースを割いて、どこが協調できるのか、どこが差別化できそうか（孤立化する懸念もあります）を洗い出し、協調できる技術はパートナーを巻き込み、特に標準化等を通じて実現を推進していただきたい。一方で差別化可能な部分は知財戦略をよく検討いただき、NICTならではの技術を具現化していただきたいです。	キックオフ時点で、これだけ大規模に開始したので、どうコンバージェンスさせてゆくかを意識していただきたく思います。一つに見せるなどと決して申しませんが、次第にいくつかのストリームができてくると推察します。そこにどう載せてきたか、などを示していただければと期待します。
評価者B		先日の外部評価委員会でも発言させていただいたが、新たな課題が見つかることは望ましいことなので、計画の見直しを行いながら柔軟に進め（公募のシーズ創出型プログラムではとくに）、最終的な成果につなげていただきたい。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

取組がオープンイノベーション創出につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>これまでのJGN+StarBEDなど、産学官連携としてみてもNICTならではの成果を上げてきたが、B5Gやサイバー・フィジカル時代に向けた進化・深化が必要であり、その対応をしっかり意識した活動が始まったことは評価出来る。データ利活用に向けてインフラだけでなくミドルレイヤーを含めプラットフォーム指向も好ましい。</p> <p>具体的には、B5Gや6Gに向けては、モバイルだけでなく、情報通信全体の大きな変革が行われることになり、従って、展望はありながらも、その上位レイヤー(サービスなど)は未確定のことが多い。下位レイヤーが脚を引っ張らないような発想が大事であり、上位レイヤー側の動きに敏感なインターフェース条件の開発や汎用性などが重要となろう。その方向に向けたNICTの産学官連携姿勢での研究が始まっていることを高く評価したい。</p>	特になし
評価者A	A	<p>機構の持つ機能を活用すべく、全体を俯瞰してイノベーション創出の取り組みを行っている点、FFPA等具体的なイノベーション創出の枠組みがエコシステムとして動き出している点を評価します。取り組みのきっかけをサポートする視点、伴走型の取り組み、マッチング支援等の活動を行い、外部との連携を促進することを積極的に行った点を評価します。</p>	<p>機構側から外部に向けての発信や、外部との連携につながる取り組みについて積極的に行われていることは理解できました。一方で、外部から使いやすい形がどのようなものかということも検討することを行うことで、より、オープンイノベーションのエコシステムが機能すると思います。オープンイノベーションプラットフォームと考えたときに、どのようなI/Fを持つべきかということを検討していただき、具体化を進めていただきたいと思います。</p> <p>プラットフォームとして個々の成果のとりまとめをしていただくと、成果がより理解しやすいかと思います。中長期計画の説明資料にあった計画の関係図を具体化した形として提示することをイメージしています。</p>
評価者B	B	<p>様々な取組が実施されていることは評価できる。一方、それぞれの取組みの仮説検証、メトリックスを言語化し、振り返りの中で学びを明らかにし、畳むものは畳んでいくスピード感があると良いです。Fail Fast, Learn Fast。</p>	<p>国研としてのデジタルトランスフォーメーション(DX)という視点があって良いと思っています。ICT、デジタルのリーダーであるNICTらしく、ビフォアデジタルのオープンイノベーションに留まることなく、アフターデジタルのオープンイノベーションのビジョンを示し推進いただければと思います。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	上記に同じ
評価者A	<p>研究と実践とのエコシステムとして、外部のオープンイノベーションの仕組みも参考にされていると思います。今中期の取り組みの中で、日本発の新たな方法、地域（日本、ASIA）の特徴、状況に合うもの、また、これまでの取り組みとは違う形で、より加速する方法の創出も狙っていただきたいと思います。Beyond 5Gの取り組みにおいても、オープンイノベーションの仕組みづくりは重要であると思います。これまでの活動から、日本発の「オープンイノベーションの仕組み」としてまとめたいただき、Beyond 5Gの活動の中で実践できることを期待します。</p>
評価者B	

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

Beyond 5Gの実現に向けた取組の強化につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>(「No. 7 2-2」産学官連携と同じコメントですが、改めてお送りします。)</p> <p>これまでのJGN+StarBEDなど、産学官連携としてみてもNICTならではの成果を上げてきたが、B5Gやサイバー・フィジカル時代に向けた進化・深化が必要であり、その対応をしっかりと意識した活動が始まったことは評価出来る。データ利活用に向けてインフラだけでなくミドルレイヤーを含めプラットフォーム指向も好ましい。具体的には、B5Gや6Gに向けては、モバイルだけでなく、情報通信全体の大きな変革が行われることになり、従って、展望はありながらも、その上位レイヤー(サービスなど)は未確定のことが多い。下位レイヤーが脚を引っ張らないような発想が大事であり、上位レイヤー側の動きに敏感なインターフェース条件の開発や汎用性などが重要となろう。その方向に向けたNICTの産学官連携姿勢での研究が始まっていることを高く評価したい。</p>	特になし
評価者A	A	<p>これまで遅れていたワイヤレスアクセス環境をローカル5G基地局の構築の開始で補うことができること、「次世代コアとBeyond 5G/6Gネットワークに関する日米共同研究」の詰めに成功したこと、コネクテッドカー向けエッジデータ収集プラットフォームソフトウェアのユーザを見つけたこと、ユーザが要求する遅延要件に応じたエッジコンピューティング環境を提供可能なエッジテストベッドの初期サービスを開始されたこと、自律型モビリティに搭載されたミリ波IoTデバイス間通信について、極めて短時間の近接通信を繰り返すとモビリティの移動そのものによるデータの搬送力を活用するデータ転送方式を提案し、ソニーセミコンダクターソリューションズ(株)と実証実験したことはテストベッドプロジェクトにふさわしい成果と考える。</p>	サイリアルが定量的に定義されていない。サイバーフィジカルと何が違うのか、今ひとつピンとこない。定義はいくつかの定量的セットがあるはず。各セット(レベル)に対応したアプリケーションを用意して考えていくことがB5Gへの一歩だと考える。また、ソフトウェア実装は柔軟でいいが、低遅延化とジッタに関しては限界がある。ハードで先端的に突き詰める低遅延プラットフォームとそこそこの低遅延アプリを柔軟に実装できるプラットフォームを意識してテストベッドを作ってほしい。
評価者B	A	<p>B5Gネットワークの高い信頼性・可塑性の確保に向けた技術検証環境となる「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」の構築を進めた。国際共同研究も促進しており、多様な新しいサービスの実現に向けたシステム構築を行っている。</p>	高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッドを構築を進め、社会実証を可能とした。また、多様なサービスやアプリケーションを考慮して点は評価できる。改善すべき点は、SDGsを考えたも低消費電力の考慮が必要である。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

Beyond 5Gの実現や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、テストベッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか	評価	コメント評価(委員長) / 評価付の理由(委員)	改善すべき点
委員長	/	特になし	特になし
評価者A	A	<p>「次世代コアとBeyond 5G/6Gネットワークに関する日米共同研究」の結末に成功したこと、コネクテッドカー向けエッジデータ収集プラットフォームソフトウェアのユーザを見つけたこと、自律型モビリティに搭載されたミリ波IoTデバイス間通信について、極めて短時間の近接通信を繰り返すとモビリティの移動そのものによるデータの搬送力を活用するデータ転送方式を提案し、ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)と実証実験したこと、「エレベーター移動支援システム」を構成するIoT無線アジャスタについて、遠隔のロボットを誘導することが可能な機能の実装を実施し、技術実証と社会実証の一体的な活動を、JR東日本グループ会社の協力を得て、高輪ゲートウェイ駅構内にて実施したことはオープンイノベーションにふさわしい成果と考える。</p>	<p>低遅延等のアプリからネットワークへの要求を出すAPIに関して工夫の余地がある。ネットワークの機能をモジュール化し、それを組み合わせてサービスを構成するネットワークの理想形を考えた場合、モジュールとは何かからスタートしないといけない。特に、多接続は5Gでは100接続だったのを10倍にする程度でいいのだろうか？これは本質的にはMBMSではないか？MBMSはキャリアは見向きもしていないので、ソフトで5Gを実装するならば実装していただいて、どんなアプリが可能か検証できる環境を整えてほしい。それがLocal 5Gとキャリア5Gサービスとの技術的差異になると思う。</p>
評価者B	A	<p>アジア・太平洋・オセアニア地域での100Gbps高速ネットワークにより国際的な技術実証がなされた。超低遅延性、超多数接続性の初期サービス提供を開始しており、また、企業と連携してロボットやエレベーターなどを使った多様なサービスシステムの社会実証を行った。</p>	<p>ロボットやエレベーターなどを使ったサービスの社会実証が行われている。国際共同研究においても技術実証が行われている。教育、医療、農業、エンタテインメントなどさらに多様なサービスへの展開が期待される。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出		
全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし	特になし
評価者A	B5Gに寄与する研究の位置づけとなっているが、B5Gそのものの明確な定義が今は無い。このため、B5Gの全体像が明らかになる過程で当然齟齬が生じると考えられる。そのため、当初の研究計画を変更したり、計画を超えた研究成果を出すことも躊躇せずに進めて欲しい。	繰り返しになりますが、B5Gに寄与する研究の位置づけとなっていますが、B5Gそのものの明確な定義が今は無い。このため、B5Gの全体像が明らかになる過程で当然齟齬が生じると考えられます。そのため、当初の研究計画を変更したり、計画を超えた研究成果を出すことも躊躇せずに進めて欲しい。
評価者B	B5Gの目的の一つである低消費電力がどこで考慮されているのかわからなかった。	総務省の資料では、2025年ごろまでに国際標準化活動と書かれてあるので、このテストベッドもそれに貢献すると良い。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-4. 知的財産の積極的な取得と活用

取組が研究開発成果の利用につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		研究現場主体の体制をとることによって、研究者の便宜上も有意義な事に繋がっており、セミナーなどを通して全機構的なレベルアップにもなり、ひいては知財部門のインセンティブにも貢献し、極めて良い方向が採られつつある。	特になし
評価者A	B		(※項目全体の改善すべき点との) 繰り返しになるが、知財戦略に基づいた議論をしないと、成果は結果論としての数字(ライセンス料等)になりやすく、多角的な評価が難しい。 まずは、知財戦略の立案が大事。
評価者B	B		
評価者C	A	知財として権利化する活動を支援するための体制と研究活動と密接に連携させることで成果創出につながる活動として評価する。実施については、NICT外部での活用にどのようにつなげるかが課題であり、外部への知財活用をアピールする「NICT新技術説明会」の活動等、機会創出のアクションを継続的に行うことは有効である。知財を生み出すこと、その活用へつなげることに加え、知財戦略を検討する営み、特に分野横断的な取り組みとして機構横断での検討を進めていくこと、また、Beyond 5Gの活動の中でより広い視野の中議論する取り組みを進めていることは大きな効果が期待され評価する。	「知財戦略」を明示されて取り組まれています。民間もふくめ様々な活動がなされ、また、それぞれの目線での戦略があると考えられます。NICTとして日本全体を俯瞰した形での戦略、活動をリードすることで、Beyond 5Gの知財戦略活動をサポートする枠組み作りを期待します。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-4. 知的財産の積極的な取得と活用

知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか	評価	コメント評価(委員長)／評価付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		今後、経済安全保障の取組などが強化されることは必然であり、それに伴って、知財関係の人材がより重要になる。そのための確保・育成への実践的な取組は見られるが、さらなる積極性が要請されるであろう。	特になし
評価者A	B	特にコメントは無し。	知財の分野は、業界内での課題の共有が進んでおり、情報共有・交換の場が多いと認識している。専門人材育成のためには、外部の動向を積極的に活用することも必要ではないかと思う。
評価者B	B		
評価者C	B	具体的に実行する取組みの内容について、今後の展開の中でより明確化されることを期待します。	知財に関連した人材育成は難しい課題と考えます。「アイデアソン」の取り組みは、具体的な活動として良い方向と思います。すぐに効果は出ないとは思いますが、持続的に取り組むこと、また、参加されるかたのフィードバックを活用し、活動が進化していくことを期待します。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-4. 知的財産の積極的な取得と活用

全体に対するご意見	項目全体：改善すべき点	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし	特になし
評価者A	知財ポリシーを元に、知財戦略の立案と明確な指針・評価軸の提示が必要と考える。今年が初年度で、現在構築中とのことなので、次年度以降に期待する。	ここでコメントするのが適当かは不明だが、ソフトウェアの分野の知的財産の評価は、特許とは異なるgithubのようなオープンソースコミュニティでの評価が最近一層重要になっている。NICTのように国を代表する研究機関の場合、知的財産の確保とは別にグローバル的なリーダーシップを取るためのオープンソースコミュニティへの貢献も定量化することが求められると思う。
評価者B		<p>(1) 現在のNICT知的財産ポリシー(2021年3月)の“我が国の発展に貢献”、“安心・安全な社会の実現”について、今期目指そうとする発展の内容、安心、安全の意味などを時代に即して具体的に示せばインパクトが強まり、研究者にポリシーが一層浸透するのではないか。</p> <p>(2) 国内外の権利取得と情報流出防止の戦略と実態を欧米中国などの専門家の短期雇用を含めて調べ①権利化・標準化・論文化是非の判断力強化②サイバ攻撃(情報漏洩)への防御、反撃力強化③人材採用管理強化④退職者の守秘義務の管理強化なども含めてNICTの戦略を立てたい。関連のガイドラインを策定し合否付きのオンライン教材で毎年の修得義務を課す。戦略上、論文・特許・標準化提案を出さないが、貢献度が大きい成果を件数でなく評価する方法も欲しい。「NICT新技術説明会」に外国人を無制限に呼ばない。公安調査庁と連携して国研、大学の外国人・日本人職員の懸念される動き、実態を知り、備える仕組みを作る。(最近、身近な大学教授が複数 Huawei Japanに頻繁に出入りしている噂を聞いた)。</p>
評価者C	知財の件数だけではなく、その波及状況や、知財戦略に対応した実行が進展しているかを評価指標として進捗状況を示していただけると良いと考えます。また、進捗が見えるかできることで、研究現場の意識、また、普及の活動の促進につながると考えます。評価軸について、あらたな視点を検討されることを期待します。	研究活動と異なり、マイルストンの設定は難しいかもしれませんが、活動の成果をはかる、評価指標と少なくとも中間、最終の時期での到達目標を明示していただきたいと思えます。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-5. 戦略的な標準化活動の推進

取組が標準化につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		実によく繋がっていると思われる。特にQKD関連の貢献・実績は顕著である。	特になし
評価者A	B	NICTの国際標準化活動の核心は真に国益に沿う立場からの発言、提案と合意形成だが、それは中立のラポータ、議長、副議長 には一般には難しい。ポスト獲得は一般的には「貢献」だが評価は慎重に。	獲得すべき役職はEditorであり、評定対象はITU場合は ラポータ、議長、副議長 のポストの数でなく、Editorとなって勧告を起草し当初の提案の概ねの合意を得て出版できた件数とするのがよいのではないかと。
評価者B	A	ITUでの量子暗号、ネットワーク制御に関わる勧告の採択など明確な成果として表れていることを評価します。標準化活動へ多くの人材が参画し、日本全体の標準化活動を牽引している点、Beyond 5Gにむけて明確な目標設定をもって取り組んでいる点も評価します。	defact標準への貢献、また、それらの活動との連携についてどのように考えるかの指針が必要と考えます。defact標準では、NICTの活動のみならず、民間の活動との両輪という形も考えられると思いますので、全体を俯瞰した形での戦略が必要と考えます。Beyond 5Gは、今後の大きな活動の中心と思われるが、研究開発、知的財産化の両活動と連携することが標準化の議論には重要と考えます。white paperをまとめていく過程においてこれらの連携がなされると理解しました。5Gにもまして、利用する側の要求条件の理解が重要かと思しますので、広い視野での議論の中で戦略を策定する活動が推進されることを期待します。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-5. 戦略的な標準化活動の推進

全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	<p>標準化については、かつてはNTTを始め各社が稼働をさいていたが、その傾向が薄れている。これからも民間企業の視野の狭さを国研等がカバーせざるを得ない日本の実情に照らして、NICTの一層の活躍が期待される。</p>
評価者A	<p>(1) コロナで世界のインターネットトラフィックは2倍に急増(2019-2021春)したが、世界人口の46%はインターネットを使っておらず(2019年末)、「ネット圏外」はB5Gに向けたデジタル革命とはほぼ無縁のまま放置される。情報格差の解消はSDGsの核心であり、途上国が国を興すために重要との認識が広がっている。「情報格差はコロナで生死の問題」となった(国連事務総長2020, 6)。総務省はBeyond 5G推進戦略(2020, 6)で「5G・光ファイバ網の社会全体への展開」、「インフラ市場シェア3割程度」を目指すとしている。</p> <p>世界の「インターネット圏外」を「ブロードバンドインターネット圏内」とし国際社会のロスを防止し持続性を向上することは重要だが、民間で公共色を最も残すNTT提案のIOWN構想にもこの視点はない。情報格差の解消は「社会課題・地域課題解決(第5期目標)」を掲げる「日本唯一の公的ICT専門研究機関」NICTにふさわしい役割ではないか。アプローチとして①ITU-D SG1への参加 ②情報格差解消を初めて謳ったITU-T勧告で、日本提案のL.110(2017), L.163(2018)の活用 ③NICTのアジア連携センター、ASEAN IV0、NAPCプロジェクトの活用、などがある。</p> <p>(2) 「我が国唯一の公的ICT専門研究機関」として、先端的技術の研究(=社会の成長、技術革新、競争)と、情報格差の解消(=社会の安定、技術分配、協調)を車輪の両輪のように進め、真にB5G-Readyな社会の実現に向けて、世界のICT国際標準化をリードして戴きたい。そのため、新技術の方向を決め、世界の持続可能性を守る標準化(特にITU標準化)に向けて貢献し存在感を示し標準化世界の信頼を得る人材を多く育てて戴きたい。</p>
評価者B	<p>標準化母体のスケジュールとの関連で活動の計画があらわされていますが、一報、技術開発の計画、また、その展開との関係で、どのような項目を標準化としていくかについての記載も必要と考えます。機構、また、日本の開発戦略との整合性も一つの評価尺度になると考えますので、この点での成果をまとめることも必要と考えます。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化

取組が研究開発成果の国際展開につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		研究をとりまく国際環境の変化が激しい中で、この取組は成果の国際展開に大いにつながっていると思われる。「輸出管理ハンドブック」等の施策も優れているが、その迅速な変更対応も今後は重要になる。また、特にASEAN諸国に対して、本件は日本のリーダーシップを発揮する良い機会ともなるであろう。	特になし
評価者A	A	ASEAN IVOの活動が立ち上がり地域課題を解決する自律的な活動をスタートした点、新たなプロジェクトを議論するプラットフォームとして機能している点を評価します。技術輸出管理への対応についてガイドブック等を整備している点も評価します。	ASEAN IVOが立ち上がってきたので本中期5年間での目標(活動の対象:地域課題等、運営方法、活動の拡大等)を具体的に示して、その達成度として活動を紹介いただくとより取り組みの成果が明確になると思います。ニューノーマルで、新しい直接的な出会いが難しいケースもあるなかで、NICTが確立しているファンディングや連携の枠組みをプラットフォームとして活用することで、新たなプロジェクト、連携の創出を助けるアクションも考慮すると良いと思います。
評価者B	B		ASEANでの活動に期待しています。3~5年後の未来像を「ナラティブ」等を用いて共有いただくと良いです。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化	
全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし
評価者A	国際連携の枠組みを作る活動方針については理解できました。NICTの他の活動、研究開発、知財、標準化との関連についても、活動の成果として示していただければと思います。特に、Beyond 5Gでの目標に対し、国際連携・国際的な活動がどう他の活動に貢献しているのかという視点でのまとめ方などはわかりやすいかと思います。 安全保障や輸出規制等の情報については、外部の機関でも情報をまとめているところがあるので、そのような機関の情報も活用して、効率的に進める方法もあるかと思っています。逆に、NICTの研究開発領域の目線でまとめられた情報を参照できる方法も検討いただければと思います。
評価者B	取組み(施策)の関係性を示すと良い。大目標(大戦略)が、どのような考え方に則り、どのようにブレイクダウンされたのか、俯瞰的に理解したい。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進

取組が耐災害ICT分野等の産学官連携につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		大規模災害の可能性が高まる昨今、国研たるNICTが本件に取り組む重要性は高まる一方であろう。その中で実証・実装に始まり現場での利活用を含めた研究・開発を行っている手法は妥当であり、ネットワークの高度化も上がって行くとは言え、エッジ同士の近接通信、分散認証などは画期的であり、東北大・九大、自治体などとの共同研究も産学官連携の見地からも有意義である。	特になし
評価者A	A	ダイハードネットワークシステムの導入やSOCDAの活用など、社会実装に向けて精力的に取り組んでいる。	システムの利活用を促すため、簡易システムの貸出、利用に関する研修、ユースケースのテンプレートとなるソフトウェアのオープンソース化など、普及促進できるよう、検討してほしい。
評価者B	A	SIPの研究開発としてあらたにダイハードネットワーク・システムを実現し、通信途絶地域でも同期通信を可能に、そして実際に高知県の2つの自治体で利用されている点は高く評価できる。	23件の共同研究は東北大学や東北地域の大学がほとんどであり、また、企画セッションなども東北が中心である、NICTが国研としての役割から、全国区で共同研究、研究発表会を実施したら良いと思います。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進

全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし
評価者A	特になし
評価者B	5年間の計画はバランスの取れた計画であると思われます。しかしながら、災害は計画的にはやってこないで、新たな災害対応を迫られることが多々あるかと思えます。このように予測しえない災害にも対応できるように余裕をもったスケジュールを検討したら良いと思えます。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-8. 戦略的ICT人材育成

取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		<p>今、政府も日本の科学技術全般に対する新たな積極・戦略姿勢になりつつある中で、的確なICT人材の育成は改めて極めて重要である。適切に実施されつつあることを高く評価したい。特にNQC(NICT Quantum Camp)などは昨年度からとはいえ、さらに重要性が増すことは間違いない。</p>	<p>特になし</p>
評価者A	A	<p>NICT Quantum Campの取り組みにおいて分野横断的、かつ、boot camp的取り組みで若手研究者の育成機会をシステマティックに提供している点を評価します。分野をまたがるプロジェクトを実践し、技術、異なる組織を連携し新たな価値を創造することに視点をおいて特徴化している点を評価します。</p>	<p>現状の取り組みは研究開発を実行する若手人材の育成に主眼があるかと思います。委託事業で実施している若手がプロジェクトを企画するような取り組みを広げて、プロジェクトをマネジメントできる人材の育成、異業種、異分野、異文化にまたがるプロジェクトをleadできる中堅の人材育成も検討する必要があると思います。 また、NICT Quantum Campの取り組みは良い例ですので、他の分野(問題)へ水平展開することを考えていただきたいと思います。このような取り組み方法をノウハウ化し活用できるようにすることも、オープンイノベーション本部の大きな役割、期待される成果だと思っています。 参加された方からのフィードバックをどう次に生かすこと、生かすことができた等も、中期の活動の進展を評価する良い指標となるので、特徴的なことをまとめて活動の成果もアピールしていただきたいと思います。</p>
評価者B	B	<p>B5G、量子へのフォーカスが感じ取れることはポジティブ。優先度付け、ある意味でえこひいきがあったほうが寧ろ良いと考えています。</p>	<p>V C、C V C等との連携も視野に入れていくと良いと思います。</p>

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-8. 戦略的ICT人材育成

全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	日本の現状において、B5Gや量子関連などICT人材の育成は今改めて焦眉の急であり、NICT全体の評価を高めるだけでなく、それが国の戦略にも反映・貢献していくことが期待される。人的面の産官学交流にもNICTの人材育成が繋がっている意義は大きい。優れた指導者がいるうちに、優れた若手の育成をさらに積極的に進めてもらいたい。
評価者A	マイルストーンとして、「人材育成のプログラムをノウハウ化する」、「水平展開のターゲット分野」などを設定して、本中期の取り組みの達成目標を明確にしていいただければと思います。
評価者B	

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-9. 研究支援業務・事業振興業務等

取組が研究開発成果の国際展開につながっているか	評 定	コメント評価(委員長) / 評定付の理由(委員)	改善すべき点
委員長		海外と比べ、ベンチャーに対する日本の状況において、スタートアップに対するICTベンチャー対応メンターや事業化支援の社会的意義は大きい。また、情報バリアフリー対応もNICTならではのあり、NICT発ベンチャーということも所員のインセンティブ・活性化という面でも意味があろう。	特になし
評価者A	B		オンラインのさらなる活用による活性化に積極的に取り組むとよいと思います。
評価者B	B	コロナ禍において、国際的な研究交流の促進や対面でのイベント開催が難しい状況で、オンライン開催など工夫を凝らして事業推進を行われたことは高く評価できます。	
評価者C	B	COVID-19感染拡大防止のため対面開催が困難な状況も多々あったと思われませんが、そのような中で数値目標を着実に達成されている点は評価されると考えます。	情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援についてマッチング率に関して、令和2年度までの実績を考慮すると50%以上という数値目標は低すぎないでしょうか。情報弱者への支援の資料において手話翻訳映像の制作助成と、生放送番組への字幕付与に必要な機器の整備助成に対して、応募がそれぞれ1件だったことは、事業の特殊性は理解できますが情報弱者への支援としてより広く展開できるとよいと思います。

令和3年度外部評価結果【No. 7】分野横断的な研究開発その他の業務 2-9. 研究支援業務・事業振興業務等

全体に対するご意見	第5期中長期計画等に対するご意見・コメント
委員長	特になし
評価者A	
評価者B	
評価者C	起業家甲子園、起業家万博に関して、今中期計画中に従前とは違う発展的な支援が行われることを期待します。

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4年4月21日(木) 13時00分～18時00分

2. 場所 Web 会議によるオンライン開催

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 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

令和3年度の重点研究開発分野の研究開発等及び分野横断的な研究開発その他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

委員長及び委員のみの web 会議により協議が行われた。

(3) 講評

酒井委員長より、重点研究開発分野の研究開発等の5分野について、電磁波先進技術分野の「A」は妥当、革新的ネットワーク分野のうち次世代ワイヤレス技術は「B→A」及びフォトニックネットワーク技術は「A→S」、サイバーセキュリティ分野の「S」は妥当、ユニバーサルコミュニケーション分野のうちスマートデータ利活用基盤技術は「B→A」、フロンティアサイエンス分野のうち先端 ICT デバイス基盤技術は「A→S」との見解があった。また、分野横断的な研究開発その他の業務について、Beyond 5G の推進の「S」は妥当、分野横断的な研究開発その他の業務の「B」は妥当との見解があった。

## 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
安藤 真	委員	東京工業大学 名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人 量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学 先導的学際研究機構 教授 ※事前説明
太田 勲	委員	兵庫県立大学 学長
國井 秀子	委員	芝浦工業大学 客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学 情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	九州大学 名誉教授
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative 代表

## (2) 情報通信研究機構役職員

徳田 英幸	理事長
吉田 正彦	総務系理事
中沢 淳一	企画系理事
門脇 直人	研究系理事
矢野 博之	研究系理事
茨木 久	研究系理事
佐藤 健治	監事
土井 美和子	監事
塩崎 充博	執行役
安井 元昭	執行役
木俣 豊	経営企画部長

**第5期中長期目標期間 国立研究開発法人情報通信研究機構 外部評価委員会  
令和3年度委員名簿**

\* 技術単位毎 50 音順、敬称略

**【総括評価委員会】****委員長**

酒井 善則	東京工業大学 名誉教授
-------	-------------

**委員名簿**

委員名	所 属	備 考
安藤 真	東京工業大学 名誉教授	電磁波先進技術分野委員長
飯塚 久夫	一般社団法人 量子 ICT フォーラム 総務理事	分野横断的な研究開発その他の 業務分野委員長
栄藤 稔	大阪大学 先導的学際研究機構 教授	Beyond 5G の推進分野委員長
太田 勲	兵庫県立大学 学長	フロンティアサイエンス分野委員長
國井 秀子	芝浦工業大学 客員教授	
徳永 健伸	東京工業大学 情報理工学院 教授	ユニバーサルコミュニケーション分野 委員長
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 名誉教授	
渡辺 文夫	Fifth Wave Initiative 代表	革新的ネットワーク分野委員長

## 【分野評価委員会】

## No.1 電磁波先進技術分野

## 委員長

安藤 真	東京工業大学 名誉教授
------	-------------

## (1) リモートセンシング技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
岡本 創	九州大学 応用力学研究所 所長・主幹教授	電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室
山本 衛	京都大学 生存圏研究所 生存圏診断統御研究系 教授	

## (2) 宇宙環境技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
草野 完也	名古屋大学 宇宙地球環境研究所 所長	電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室
山本 衛	京都大学 生存圏研究所 生存圏診断統御研究系 教授	

## (3) 電磁環境技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
八木谷 聡	金沢大学 理工学領域 電子情報通信学系 教授	電磁波標準研究センター 電磁環境研究室
山口 正洋	東北大学 未来科学技術共同研究センター 開発研究部 特任教授 (研究)	

## (4) 時空標準技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
立川 真樹	明治大学 理工学部物理学科 教授	電磁波標準研究センター 時空標準研究室
日置 幸介	北海道大学 理学研究院 地球惑星科学部門 教授	

## (5) デジタル光学基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
伊藤 智義	千葉大学 大学院 工学研究院 教授	電磁波先進研究センター デジタル光学基盤研究室
山口 雅浩	東京工業大学 工学院 情報通信系 教授	

## No.2 革新的ネットワーク分野

## 委員長

渡辺 文夫	Fifth Wave Initiative 代表
-------	--------------------------

## (1) 計算機能複合型ネットワーク技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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	ネットワークアーキテクチャ研究室
山本 幹	関西大学 システム理工学部 教授	

## (2) 次世代ワイヤレス技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	ワイヤレスネットワーク研究センター
三瓶 政一	大阪大学 大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授	ワイヤレスシステム研究室

## (3) フォトニックネットワーク基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
佐野 明秀	立命館大学 理工学部 電気電子工学科 教授	フォトニック ICT 研究センター フォトニックネットワーク研究室 レジリエント ICT 研究センター ロバスト光ネットワーク基盤研究室
下村 和彦	上智大学 理工学部 機能創造理工学科 教授	
浜本 貴一	九州大学 大学院 総合理工学府 教授	
松浦 基晴	電気通信大学 大学院 情報理工学研究科 教授	

## (4) 光・電波融合アクセス基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
佐野 明秀	立命館大学 理工学部 電気電子工学科 教授	フォトニック ICT 研究センター 光アクセス研究室・フォトニックネットワーク研究室
下村 和彦	上智大学 理工学部 機能創造理工学科 教授	
浜本 貴一	九州大学 大学院 総合理工学府 教授	
松浦 基晴	電気通信大学 大学院 情報理工学研究科 教授	

## (5) 宇宙通信基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
篠永 英之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授	ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室
山田 寛喜	新潟大学 工学部 工学科 教授	

## (6) テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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	Beyond5G 研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター
今村 剛	東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 教授	

## (7) タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
重野 寛	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授	ネットワーク研究所 レジリエント ICT 研究センター
渡部 重十	北海道情報大学 副学長・経営情報学部 システム情報学科 教授	

## No.3 サイバーセキュリティ分野

## 委員長

松井 充	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監
------	--------------------

## (1) サイバーセキュリティ技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
上原 哲太郎	立命館大学 情報理工学部 教授	サイバーセキュリティ研究室
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター 教授	

## (2) 暗号技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
上原 哲太郎	立命館大学 情報理工学部 教授	セキュリティ基盤研究室
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター 教授	

## (3) サイバーセキュリティに関する演習 委員名簿

委員名	所属	担当部署
上原 哲太郎	立命館大学 情報理工学部 教授	ナショナルサイバートレーニングセンター
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター 教授	

## (4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成 委員名簿

委員名	所属	担当部署
上原 哲太郎	立命館大学 情報理工学部 教授	サイバーセキュリティネクサス
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター 教授	

## (5) パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査 委員名簿

委員名	所属	担当部署
上原 哲太郎	立命館大学 情報理工学部 教授	ナショナルサイバーオペレーションセンター
小出 洋	九州大学 情報基盤研究開発センター 教授	

## No.4 ユニバーサルコミュニケーション分野

## 委員長

徳永 健伸	東京工業大学 情報理工学院 教授
-------	------------------

## (1) 多言語コミュニケーション技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
相澤 彰子	国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授	先進的音声翻訳研究開発推進センター・先進的リアリティ技術総合研究室
角谷 和俊	関西学院大学 総合政策学部 メディア情報学科 教授	
武田 一哉	名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 教授	

## (2) 社会知コミュニケーション技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
相澤 彰子	国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授	データ駆動知能システム研究センター
角谷 和俊	関西学院大学 総合政策学部 メディア情報学科 教授	
武田 一哉	名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 教授	

## (3) スマートデータ利活用基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
相澤 彰子	国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授	統合ビッグデータ研究センター
角谷 和俊	関西学院大学 総合政策学部 メディア情報学科 教授	
武田 一哉	名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 教授	

## No.5 フロンティアサイエンス分野

## 委員長

太田 勲	兵庫県立大学 学長
------	-----------

## (1) フロンティア ICT 基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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	神戸フロンティア研究センター 小金井フロンティア研究センター 量子 ICT 協創センター
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	
大隅 典子	東北大学 副学長・教授	
末光 眞希	宮城学院女子大学 学長	
野地 博行	東京大学 工学研究科 教授	
萬 伸一	理化学研究所 量子コンピュータ研究センター 副センター長	

## (2) 先端 ICT デバイス基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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	神戸フロンティア研究センター 小金井フロンティア研究センター 量子 ICT 協創センター
村山 浩二	株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 新規技術センター センター長	

## (3) 量子情報通信基盤技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
今井 浩	東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授	神戸フロンティア研究センター 小金井フロンティア研究センター 量子 ICT 協創センター
萬 伸一	理化学研究所 量子コンピュータ研究センター 副センター長	

## (4) 脳情報通信技術 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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 招聘研究員	脳情報通信融合研究センター
谷藤 学	早稲田大学 先進理工学部 生命医科学科 客員教授	

## No.6 Beyond 5G の推進分野

## 委員長

栄藤 稔	大阪大学 先導的学際研究機構 教授
------	-------------------

## 2-1. Beyond 5G の推進 委員名簿

委員名	所属	担当部署
大橋 正良	福岡大学 工学部 電子情報工学科 教授	Beyond5G 研究開発推進ユニット Beyond5G デザインイニシアティブ オープンイノベーション推進本部 総合プロデュースオフィス イノベーション推進部門 デプロイメント推進部門
砂田 薫	国際大学 グローバル・コミュニケーション・センター 主幹研究員	

## No.7 分野横断的な研究開発その他の業務分野

## 委員長

飯塚 久夫	一般社団法人 量子 ICT フォーラム 総務理事
-------	--------------------------

## 2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化 委員名簿

委員名	所属	担当部署
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 参与	ソーシャルイノベーションユニット 戦略的プログラムオフィス イノベーション推進部門 イノベーションデザインイニシアティブ デプロイメント推進部門 オープンイノベーション推進本部 総合プロデュースオフィス
保科 剛	株式会社 T 代表取締役	

## 2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出 委員名簿

委員名	所属	担当部署
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	ソーシャルイノベーションユニット総合 テストベッド研究開発推進センター イノベーション推進部門
荒川 薫	明治大学 大学院 先端数理科学研究科 学部長・教授	

## 2-4. 知的財産の積極的な取得と活用 委員名簿

委員名	所属	担当部署
宇佐見 正士	一般社団法人日本ケーブルラボ 専務理事	イノベーション推進部門 知財活用 推進室
岡村 治男	株式会社グローバルプラン 代表取締役	
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 参与	

## 2-5. 戦略的な標準化活動の推進 委員名簿

委員名	所属	担当部署
宇佐見 正士	一般社団法人日本ケーブルラボ 専務理事	イノベーション推進部門 標準化推 進室・知財活用推進室
岡村 治男	株式会社グローバルプラン 代表取締役	
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 参与	

## 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化 委員名簿

委員名	所属	担当部署
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 参与	グローバル推進部門 広報部
保科 剛	株式会社 T 代表取締役	

## 2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進 委員名簿

委員名	所属	担当部署
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科教授	ネットワーク研究所 レジリエント ICT 研究センター
柴田 義孝	岩手県立大学 研究・地域連携本部 特命教授	

## 2-8. 戦略的 ICT 人材育成 委員名簿

委員名	所属	担当部署
高原 厚	NTT エレクトロニクス株式会社 参与	イノベーション推進部門 量子 ICT 協創センター
保科 剛	株式会社 T 代表取締役	経営企画部 ソーシャルイノベーションユニット 戦略的プログラムオフィス

## 2-9. 研究支援業務・事業振興業務等 委員名簿

委員名	所属	担当部署
千種 康民	東京工科大学 メディア学部 メディア学科・大学院メディアサイエンス専攻 准教授	デプロイメント推進部門
古長 由里子	日本アイ・ビー・エム株式会社 戦略コンサルティング&デザイン統括 理事	
山崎 達也	新潟大学 工学部 工学科 教授 (ビッグデータアクティベーション研究センター長)	

## 評価軸について

### 【基礎研究領域等（サイバーセキュリティ分野を除く）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

#### ○科学的意義

研究開発等の取組・成果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。

#### ○社会的価値

研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。

#### ○社会実装

研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。

### 【基礎研究領域等（サイバーセキュリティ分野）の評価軸】

【評価軸】 ○科学的意義 ○社会的価値 ○社会実装 ○人材需要への対応 ○対応能力強化

#### ○科学的意義

研究開発等の取組・成果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。

#### ○社会的価値

研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。

#### ○社会実装

研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。

#### ○人材需要への対応

取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。

（「サイバーセキュリティに関する演習」及び「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」の評価時に使用）

#### ○対応能力強化

取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。

（「サイバーセキュリティに関する演習」、「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」及び「パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査」の評価時に使用）

### 【分野横断的な研究開発その他の業務の評価軸】

【項目】 2 - 1. Beyond 5G の推進

【評価軸】 B5G 取組強化、公募型プログラム

#### ○B5G 取組強化

Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。

#### ○公募型プログラム

公募型研究開発プログラムを適切に実施したか。

【項目】 2 - 2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

【評価軸】 イノベーション創出

#### ○イノベーション創出

取組がオープンイノベーション創出につながっているか。

【項目】 2－3．戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

【評価軸】 B5G 取組強化、テストベッド構築

#### ○B5G 取組強化

Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。

#### ○テストベッド構築

Beyond 5G の実現や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、テストベッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか。

【項目】 2－4．知的財産の積極的な取得と活用

【評価軸】 成果利用、知財活用人材

#### ○成果利用

取組が研究開発成果の利用につながっているか。

#### ○知財活用人材

知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか。

【項目】 2－5．戦略的な標準化活動の推進

【評価軸】 標準化

#### ○標準化

取組が標準化につながっているか。

【項目】 2－6．研究開発成果の国際展開の強化

【評価軸】 国際展開

#### ○国際展開

取組が研究開発成果の国際展開につながっているか。

【項目】 2－7．国土強靱化に向けた取組の推進

【評価軸】 産学官連携

#### ○産学官連携

取組が耐災害 ICT 分野等の産学官連携につながっているか。

【項目】 2－8．戦略的 ICT 人材育成

【評価軸】 人材需要への対応

#### ○人材需要への対応

取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。

【項目】 2－9．研究支援業務・事業振興業務等

【評価軸】 国際交流・情報通信サービス創出

#### ○国際交流・情報通信サービス創出

取組が国際的な研究交流の促進や情報通信サービスの創出につながっているか。

## 評価区分について

評価区分	
<b>S</b>	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。
<b>A</b>	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>B</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。 <b>(標準)</b>
<b>C</b>	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。
<b>D</b>	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。
<b>—</b>	それぞれの評価軸において、該当する実績が認められない。(該当なし)

## 評定一覧

## 年度評価

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	評価者F
No. 1 電磁波先進技術分野	(1) リモートセンシング技術	科学的意義	A	S				
		社会的価値	S	A				
		社会実装	A	A				
	(2) 宇宙環境技術 機構法第14条第1項第4号	科学的意義	A	A				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	A	S				
	(3) 電磁環境技術 機構法第14条第1項第5号	科学的意義	A	S				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	A	A				
	(4) 時空標準技術 機構法第14条第1項第3号	科学的意義	A	B				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	A	A				
	(5) デジタル光学基盤技術	科学的意義	S	A				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	A	A				
No. 2 革新的ネットワーク分野	(1) 計算機能複合型ネットワーク技術	科学的意義	S	S				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	A	A				
	(2) 次世代ワイヤレス技術	科学的意義	B	A				
		社会的価値	B	A				
		社会実装	A	A				
	(3) フォトニックネットワーク基盤技術	科学的意義	S	S	A	S		
		社会的価値	S	S	A	S		
		社会実装	B	B	A	A		
	(4) 光・電波融合アクセス基盤技術	科学的意義	S	S	S	S		
		社会的価値	A	S	A	A		
		社会実装	A	A	-	S		
	(5) 宇宙通信基盤技術	科学的意義	S	A				
		社会的価値	A	S				
		社会実装	A	A				
	(6) テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術	科学的意義	A	A				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	B	B				
	(7) タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術	科学的意義	A	A				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	B	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	評価者F
No. 3 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	科学的意義	S	S				
		社会的価値	S	S				
		社会実装	S	A				
	(2) 暗号技術	科学的意義	A	S				
		社会的価値	A	S				
		社会実装	A	A				
	(3) サイバーセキュリティに関する演習	社会的価値	S	S				
		社会実装	S	S				
		人材需要への対応	A	S				
		対応能力強化	S	S				
	(4) サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成	社会的価値	A	A				
		社会実装	A	B				
		人材需要への対応	A	B				
	(5) パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査	社会的価値	S	S				
		対応能力強化	S	S				
No. 4 ユニバーサルコミュニケーション分野	(1) 多言語コミュニケーション技術	科学的意義	A	A	A			
		社会的価値	S	A	A			
		社会実装	S	A	S			
	(2) 社会知コミュニケーション技術	科学的意義	S	S	A			
		社会的価値	S	A	A			
		社会実装	A	B	A			
	(3) スマートデータ活用基盤技術	科学的意義	A	A	A			
		社会的価値	A	A	A			
		社会実装	A	B	B			
No. 5 フロンティアサイエンス分野	(1) フロンティアICT基盤技術	科学的意義	A	A	S	A	S	S
		社会的価値	A	A	B	A	A	A
		社会実装	A	B	A	B	A	A
	(2) 先端ICTデバイス基盤技術	科学的意義	A	A				
		社会的価値	A	S				
		社会実装	A	A				
	(3) 量子情報通信基盤技術	科学的意義	S	S				
		社会的価値	A	A				
		社会実装	S	A				
	(4) 脳情報通信技術	科学的意義	A	A				
		社会的価値	A	A				
		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	評価者F
No. 6 Beyond5Gの推進	2-1. Beyond5Gの推進	B5G取組強化	A	B				
		公募型プログラムの実施	A	B				
No. 7 分野横断的な研究開発その他の業務	2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化	イノベーション創出	A	B				
	2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出	B5G取組強化	A	A				
		B5Gテストベッド	A	A				
	2-4. 知的財産の積極的な取得と活用	成果利用	B	B	A			
		知財活用人材	B	B	B			
	2-5. 戦略的な標準化活動の推進	標準化	B	A				
	2-6. 研究開発成果の国際展開の強化	国際展開	A	B				
	2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進	産学官連携	A	A				
	2-8. 戦略的ICT人材育成	人材需要への対応	A	B				
2-9. 研究支援業務・事業振興業務等	国際交流・情報通信サービス創出	B	B	B				

## 総括評価委員会の委員コメント

### 委員長及び委員からの主な意見

#### (No.1 電磁波先進技術分野について)

- 自己評価Aは妥当である。各中項目において優れた業績を上げており、第5期の初年度に良いスタートが切れたと判断する。自己評価で述べられた優れた業績に加え、宇宙環境技術における観測データの公開は評価できる。また、電磁環境技術における継続的な電波ばく露レベルの測定と解析は機構でしかできない取り組みであり、評価できる。

#### (No.2 革新的ネットワーク分野について)

- 中項目の次世代ワイヤレス技術は、A相当である(自己評価はB)。次世代ワイヤレス技術が取り組むFFPAにおける企業連携は、社会実装に向けた優れた業績であると認められる。他にも優れた業績が多くある。また、中項目のフォトニックネットワーク技術は、S相当である(自己評価はA)。フォトニックネットワーク技術が取り組む光ファイバ伝送技術の研究開発では、高い目標を設定するだけでなく世界一の性能を目標通りに達成していることが、特に傑出した成果として評価されるべきである。

#### (No.3 サイバーセキュリティ分野について)

- 自己評価Sは妥当である。国立研究開発法人でなければできないことを実施しており、高く評価する。期待以上の成果が継続的に出ており、研究から生まれたボトムアップの技術とトップダウンの要請がうまく融合していることや、ビデオ会議システムのエンドツーエンド暗号化技術の安全性評価という社会的インパクトの大きい取組などについて高く評価する。セキュリティということで法的に難しい部分も多いと思うがよく努力しているとともに、オールジャパンのコミュニティを形成している。

#### (No.4 ユニバーサルコミュニケーション分野について)

- 中項目のスマートデータ利活用基盤技術は、A相当である(自己評価はB)。インフラに関する技術であり、一般の人ではなく専門家がエンドユーザとなるため一見地味ではあるが、異なる分野のデータを連携させる基盤を作る取り組みであり、科学的意義だけでなく社会的価値も十分高いものと評価できる。

#### (No.5 フロンティアサイエンス分野について)

- 中項目の先端 ICT デバイス基盤技術は、S相当である(自己評価はA)。酸化ガリウムデバイス、低コストで、高周波、耐環境性、大電力特性等の特長を有しており、その応用ポテンシャルは非常に高い。特に、酸化ガリウムデバイスの実用化推進は GX(グリーントランスフォーメーション)にとっても重要な取組であり、ショットキーバリアダイオードは耐圧 1.6kV 超を、FET では最大発振周波数 27GHz を実現するなど実用化に向けて成果を上げ、民間企業との共同研究も進んでいる。深紫外 LED は、着実に出力パワーを上げており、近い将来水銀ランプに置き換わることができれば、その社会的価値は極めて高い。加えて、新型コロナウイルスに対する極めて高い不活性化効果を示すことを実証したことは、その医療応用等の社会的価値が高い。また、中項目のフロンティア ICT 基盤技術について、民間企業との共同研究や技術移転が進んでいること、Beyond 5G に応用可能なデバイスの高性能化や小型軽量化が進んでいることは、評価できる。

#### (No.6 Beyond 5G の推進について)

- 自己評価Sは妥当である。1年間という短期間の中で 40 課題を超える研究開発を開始に導いたことはすばらしい。Beyond 5G という全く新しい分野に対して、数多くの試行錯誤の仕掛けを行ったことを高く評

価する。通信に関する特許や技術開発が様変わりしていく中で、日本として情報通信の基盤技術、知財、エコシステムを維持していくことが重要であり、国の研究機関である NICT が Beyond 5G 推進に向けた計画や人材育成に取り組んでいることは極めて重要である。

(No.7 分野横断的な研究開発その他の業務について)

- 自己評価Bは妥当である。ネットワークから端末に至るまで、Beyond 5G の実現に向けた取り組みの強化を含め、新たな取り組みに分野横断あるいはオープンイノベーションでの対応を実施している。日本発の技術の国際標準化を牽引するとともに、国際的に遅れを取っている量子人材の育成にも力を入れて取り組んでいる点を評価する。分野横断の枠組みでの努力が機構内で始まっている点は評価できる。

(全体を通して)

- 機構の研究成果は社会からの関心が非常に高い。Beyond 5G の中でも極めて重要な位置づけになっていくと考えられる期待が大きい分野について、今後是非技術を高めてもらいたい。
- Beyond 5G/6G の大きなブレークスルーにつながる一流の研究成果を出している研究機関であることや研究者がいることは重要なことである。そのため、機構の地位向上のためにも、機構から出される文章やメッセージでは、オリジナルな成果、特にこれまでにない流れを作ったような成果については研究機関名だけでなく研究者名も積極的にアピールしてもらいたい。世界一の性能を達成したことも重要であるが、0から1を作り出すことができる創造性のある研究機関であることのアピールもすることで、優秀な人材確保につなげて欲しい。

以上