

# 国立研究開発法人情報通信研究機構に係る 平成 29 年度業務実績の評価方針（案）

## 1. 基本的考え方

- (1) 本方針は、国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）における独立行政法人通則法第 35 条の 6 に基づいて実施する各事業年度に係る業務の実績の方針を定めるものとする。
- (2) 評価は、「独立行政法人の評価に関する指針」（総務大臣決定。以下「指針」という。）※に基づき実施する。※平成 26 年 9 月 2 日策定 平成 27 年 5 月 25 日改定
- (3) 評価に当たっては、「研究開発成果の最大化」※と「適正、効果的かつ効率的な業務運営」の両立の実現につながるよう、評価を行う。

※「研究開発成果の最大化」

国民の生活、経済、文化の健全な発展その他の公益に資する研究開発成果の創出を国全体として「最大化」すること。（独立行政法人の目標の策定に関する指針Ⅲ 1（2））

## 2. 評価の方法

- (1) 機構の評価は、機構の自己評価結果を活用し、大別して以下の 2 つにより行う。
- ① 項目別評定：中長期目標を設定した項目を評価単位として評価
  - ② 総合評定：項目別評定を基礎とし法人全体を評価
- (2) 年度評価は、中長期目標・中長期計画の実施状況を確認しつつ、研究開発に係る事務及び事業については目標の策定時に設定した評価軸に沿って、研究開発以外の事務及び事業についてはそれぞれの事務及び事業の特性に応じた評価の視点から評価を行う。

## 3. 項目別評定

- (1) 評価項目

評価単位は次のとおりとする。

1. センシング基盤分野（機構法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務を含む）
2. 統合 I C T 基盤分野
3. データ利活用基盤分野
4. サイバーセキュリティ分野
5. フロンティア研究分野
6. 研究開発成果を最大化するための業務
7. 研究支援業務・事業振興業務等
8. 業務運営の効率化に関する事項
9. 財務内容の改善に関する事項
10. その他業務運営に関する重要事項

## (2) 評価軸等 (別紙)

### ① ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等 (1～5)

評価指標を基準として、評価軸に基づき評価を行う。

研究開発課題は、様々な研究開発段階(基礎、応用、実用、社会実装、標準化等)を内包していることから、3つの評価軸を全て適用し、研究開発段階及び特性を勘案して総合的に評価を行う。

#### 【評価軸】

- 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。
- 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。
- 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。

### ② 研究開発成果を最大化するための業務 (6)

評価指標を基準として、評価軸に基づき評価を行う。

複数の評価軸を用いて各項目の業務内容及び研究開発のフェーズ等を勘案して総合的に評価する。(別紙参照)

### ③ 研究開発以外の事務及び事業 (7～10)

中長期目標及び中長期計画に向けた進捗状況を把握し、達成に向け適正かつ効率的な業務運営がなされているかを評価の視点として評価を行う。

(例)

- ・中長期計画で数値目標が記述されていれば、数値により進捗状況の把握が行われているか。
- ・中長期目標期間における達成目標と当該年度での実績又は達成度を比較して評価されているか。

## (3) 評定

各評価項目の業務実績を評価軸等に基づき評価し、5段階(SABCD)で評定する。

- |   |
|---|
| <p>S : 【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】<br/>(所期の目標を量的及び質的に上回る顕著な成果。定量的指標では計画値の120%以上で、かつ質的に顕著な成果)</p> <p>A : 【顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等】<br/>(所期の目標を上回る成果。対計画値の120%以上)</p> <p>B : 【成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営】<br/>(所期の目標を達成している。対計画値の100%以上120%未満)</p> <p>C : 【より一層の工夫、改善等が期待】<br/>(所期の目標を下回っており、改善を要する。対計画値の80%以上100%未満)</p> <p>D : 【抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる】<br/>(所期の目標を下回っており、業務の廃止を含めた抜本的な改善を求める。)</p> |
|---|

対計画値の 80%未満)

※【】内は研究開発にかかる評価区分、()内は研究開発以外の事務・事業にかかる評価区分

※評価に併せ、必要に応じ、改善すべき事項、目標設定の妥当性等を記述。

(4) 各評価項目の担当委員等は別添 1 のとおりとする。

#### 4. 総合評価

- ・項目別評価を踏まえ、総合的な視点から項目別評価の総括及び全体評価に影響を与える事象について記述。(記述による全体評価)
- ・項目別評価及び記述による全体評価を総合的に勘案し、評語による評価を付す(評語による評価)

##### (1) 記述による全体評価

項目別評価を踏まえ、総合的な視点から以下の事項その他評価に必要な事項を記述する。

###### ○項目別評価の総括

- ・項目別評価のうち重要な項目の実績及び評価の概要
- ・評価に影響を与えた外部要因のうち特記すべきもの 等

###### ○全体評価に影響を与える事象

- ・中長期計画に記載されている事項以外の特筆すべき業績 等

##### (2) 評語による評価

評価区分については、「3. 項目別評価」と同じ。(Bを標準にするとはされていない。)

#### 5. スケジュール

スケジュールは別添 2 のとおり。なお、スケジュールは現時点の想定であり、評価の進捗等によって変更することがある。

#### 6. 評価表及び評価調書(昨年の例抜粋)

- (1) 項目別の評価調書 年度評価(別添 3)
- (2) 項目別の評価総括表 年度評価(別添 4)
- (3) 総合評価様式 年度評価(別添 5)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構の評価軸等

項目	評価軸	指標
<p>1. ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等</p> <p>(1) センシング基盤分野</p> <p>(2) 統合ICT基盤分野</p> <p>(3) データ利活用基盤分野</p> <p>(4) サイバーセキュリティ分野</p> <p>(5) フロンティア研究分野</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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）十分に大きなものであるか。</li> <li>●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。</li> <li>●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。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●具体的な研究開発成果</li> <li>●研究開発成果の移転及び利用の状況</li> <li>●報道発表や展示会出展等を受けた各種メディア媒体の反響状況</li> <li>●共同研究や産学官連携の状況</li> <li>●（個別の研究開発課題における）標準や国内制度の成立寄与状況</li> <li>●データベース等の研究開発成果の公表状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●査読付き論文数</li> <li>●論文の合計被引用数</li> <li>●研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数（実施許諾件数等）</li> <li>●報道発表や展示会出展等の取組件数</li> <li>●（個別の研究開発課題における）標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul>

2. 研究開発成果を最大化するための業務		
(1) 技術実証及び社会実証のためのテストベッド構築	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●ハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築されているか。</li> <li>●機構内外の利用者にとり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。</li> <li>●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。</li> <li>●取組が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●研究開発成果を最大化するための取組成果</li> <li>●機構内外によるテストベッドの利用結果</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●機構内外によるテストベッドの利用件数</li> </ul>
(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	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●取組が標準化につながっているか。</li> <li>●取組が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●研究開発成果を最大化するための取組成果</li> <li>●機構内外によるテストベッドの利用結果</li> <li>●産学官連携等の活動状況</li> <li>●国際展開の活動状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●機構内外によるテストベッドの利用件数</li> <li>●機構外との共同研究数</li> <li>●機構外との研究者の交流数</li> </ul>

<p>(3) 耐災害 I C T の実現に向けた取組の推進</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機構内外の利用者にとり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。</li> <li>● 取組が耐災害 I C T 分野の産学官連携につながっているか。</li> <li>● 取組が標準化につながっているか。</li> <li>● 取組が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究開発成果を最大化するための取組成果</li> <li>● 産学官連携等の活動状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 産学官連携の案件数</li> </ul>
<p>(4) 戦略的な標準化活動の推進</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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。</li> <li>● 取組が標準化につながっているか。</li> <li>● 取組が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究開発成果を最大化するための取組成果</li> <li>● 標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul>

<p>(5) 研究開発成果の国際展開の強化</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●取組が標準化につながっているか。</li> <li>●取組が研究開発成果の国際的普及や日本企業の国際競争力強化につながっているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●研究開発成果を最大化するための取組成果</li> <li>●産学官連携等の活動状況</li> <li>●標準や国内制度の成立寄与状況</li> <li>●国際展開の活動状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul>
<p>(6) サイバーセキュリティに関する演習</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●取組が最新のサイバー攻撃に対応できるものとして適切に実施されたか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●研究開発成果を最大化するための取組成果</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●演習の実施回数又は参加人数</li> </ul>
<p>3. 機構法第14条第1項第3号から第5号までの業務</p>	<p>【評価軸】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●業務が継続的かつ安定的に実施されているか。</li> </ul>	<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●各業務の実施結果としての利用状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●各業務の実施状況</li> </ul>

## (国研)情報通信研究機構の平成 29 年度業務実績評価に関する項目別ヒアリング

評価項目	No.	担当	日時
<b>I 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項</b>			
<b>1. ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等</b>			
(1) センシング基盤分野 (リモートセンシング技術、宇宙環境計測技術、時空標準技術、電磁環境技術) (日本標準時、宇宙天気予報、較正業務等を含む)	1	藤井委員 前原専門委員 村瀬専門委員	6/19(火) 14:00~15:00
(2) 統合ICT基盤分野 (革新的ネットワーク技術、ワイヤレスネットワーク基盤技術、フォトニックネットワーク基盤技術、光アクセス基盤技術、衛星通信技術)	2	尾家委員 前原専門委員 山崎専門委員	6/15(金) 10:30~11:30
(3) データ利活用基盤分野 (音声翻訳・対話システム高度化技術、社会知解析技術、実空間情報分析技術、脳情報通信技術)	3	大場委員 大森専門委員 橋本専門委員	6/15(金) 15:00~16:00
(4) サイバーセキュリティ分野 (サイバーセキュリティ技術、セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術、暗号技術)	4	大場委員 橋本専門委員 村瀬専門委員	6/15(金) 16:00~17:00
(5) フロンティア研究分野 (量子情報通信技術、新規ICTデバイス技術、フロンティアICT領域技術)	5	藤井委員 大森専門委員 尾辻専門委員 村瀬専門委員	6/19(火) 15:00~16:00
<b>2. 研究開発成果を最大化するための業務</b>			
(1) 技術実証及び社会実証のためのテストベッド構築 (2) オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化 (3) 耐災害ICTの実現に向けた取組の推進 (4) 戦略的な標準化活動の推進 (5) 研究開発成果の国際展開の強化 (6) サイバーセキュリティに関する演習	6	尾家委員 大場委員 大森専門委員 山崎専門委員	6/15(金) 13:30~15:00
<b>4. 研究支援業務・事業振興業務等</b>			
(1) 海外研究者の招へい等の支援 (2) 情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援 (3) 民間基盤技術研究促進業務の的確な実施 (4) ICT人材の育成の取組 (5) その他の業務	7	藤井委員 尾辻専門委員 小野専門委員 村瀬専門委員	6/19(火) 16:00~17:00
<b>II. 業務運営の効率化に関する事項</b> (機動的・弾力的な資源配分、調達等の合理化、業務の電子化、業務の効率化、組織体制の見直し)			
<b>V. 財務内容の改善に関する事項</b> (一般勘定、自己収入等の拡大、基盤技術研究促進勘定、債務保証勘定、出資勘定)			
<b>VI. その他業務運営に関する重要事項</b> (人事制度の強化、研究開発成果の積極的な情報発信、知的財産の活用促進、情報セキュリティ対策の推進、コンプライアンスの確保、内部統制に係る体制の整備、情報公開の推進等、情報公開の推進等)			
			6/22(金) 15:00~17:00
		8	尾家委員 小野専門委員
		9	小野専門委員 若林専門委員
		10	小野専門委員 若林専門委員

※評価担当が3名の場合のヒアリング日程の決定に当たっては、3名の確保が難しい場合、委員+専門委員1名(計2名)が確保できた日程を優先する。また、評価担当が4名の場合のヒアリング日程の決定に当たっては、4名の確保が難しい場合、委員2名+専門委員1名(計3名)が確保できた日程を優先する。

国立研究開発法人情報通信研究機構の平成29年度に係る業務実績に関する評価 御意見記入用シート

御 名 前 :

<p>中長期計画の該当項目</p>	<p>1. ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等 1 センシング基盤分野</p>
<p>機構の自己評定</p>	<p>A</p>
<p>機構の自己評価に対する意見</p>	<p>(機構の自己評価書の正当性・妥当性についてご記入ください。特に評価できる点、業務を改善すべき点、その他指摘事項等についてもございましたらご記入ください。)</p> <p><b>【記入例】</b></p> <p>年度計画に見合った成果に加え、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向け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ことから自己評価は妥当である。</p> <p>(特に評価できる点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リモートセンシング技術については、10km 程度の空間内の大気の状態等を10秒以内に3次元スキャンする次世代ドップラーレーダー技術を確立したことは、国内外で注目を集めており、リアルタイムでの立体的な気象観測ができるなど気象観測高度化に役立つ成果であると大いに期待できる。</li> <li>・ 宇宙環境計測技術については、地上から電離圏までを統一的に計算する GAIA で、目標を上回る 0.1 度の空間分解能を達成し、電波障害の原因ともなる電離圏擾乱プラズマバブルの成長過程の再現に成功した。</li> <li>・ 時空標準技術については、・・・</li> <li>・ 電磁環境技術については、・・・</li> </ul> <p>(業務を改善すべき点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 性能向上（精度やレンジの拡大、3D化など）がどのような付加価値（社会的に意味のあるデータや予測）に結び着くのかを明確にし、マイルストーンとして目指す性能を分かりやすく説明する努力を継続的に行ってほしい。</li> </ul>

	(その他) ・気象レーダなどの観測設備が今後どのような投資計画で整備されるのかも考慮し、タイミングを逃さない研究成果の実用化を行ってほしい。
--	---

法人全体を通してご意見等がありましたら以下にご記入ください。	
法人全体を通じた評価に関するご意見	
来年度以降にフォローアップが必要、改善すべき事項等のご意見	
長のマネジメントについてのご意見	
その他ご意見等	

## 平成 30 年度総務省国立研究開発法人審議会 及び情報通信研究機構部会の開催スケジュール(案)

### ○5月29日(火) 13:30~15:30 情報通信研究機構部会(第18回)

- ・本年度の情報通信研究機構部会の進め方について(平成29年度業務実績評価方針(案)、担当委員、スケジュール等)
- ・平成29年度における国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の業務実績報告の全般的概要をNICTから聴取
- ・その他

### ○6月上旬~下旬 NICTから個別ヒアリング(日程は別添1)

### ○6月29日(金) 13:30~15:30 情報通信研究機構部会(第19回)

- ・監査報告、事業報告書、財務諸表をNICT(監事)から聴取

### ○評価書の作成

- ・個別ヒアリング後、担当委員が、項目別評価調書・評定調書、項目別評価総括表及び総合評定に係る意見を作成し、事務局へ送付。

※意見は、NICTの自己評価について、適当と思われる理由、業務において特に評価できる点、評価が不適当な点、業務の改善を求める点について、作成頂くこととする。

(締切は6月下旬~7月上旬を予定。後日連絡。)

- ・事務局において取りまとめた意見を基に総務省において平成29年度業務実績評価(案)を作成

### ○7月12日(木) 15:00~17:00 情報通信研究機構部会(第20回)

- ・平成29年度業務実績評価(案)に係る意見聴取

### ○7月27日(金) 9:30~11:30 情報通信研究機構部会(第21回)

- ・平成29年度業務実績評価(案)に係る意見聴取

### ○8月10日(金) 13:30~15:30 総務省国立研究開発法人審議会(第8回)

- ・NICTの平成29年度業務実績評価(案)に対する意見
- ・JAXAの平成29年度業務実績評価(案)に対する意見
- ・JAXAの第3期中長期目標期間業務実績評価(案)に対する意見

### ○8月21日(火) 未定(親会予備日)

## 様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項)様式

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等 (1)センシング基盤分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第1号、第3号、第4号、第5号、第6号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0163

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度		28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
査読付き論文数	—	131					予算額(百万円)	4,037				
論文の合計被引用数 ※1	—	856					決算額(百万円)	3,467				
実施許諾件数	12	8					経常費用(百万円)	3,805				
報道発表件数	3	7					経常利益(百万円)	△ 13				
標準化会議等への寄与文書数	36	76					行政サービス実施コスト(百万円)	4,714				
							従事人員数(人)	72				

※1 平成28年度の合計被引用数は、平成25～27年度に発表された論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用総数(平成29年3月調査)。

※2 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価										
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価				主務大臣による評価		
				主な業務実績等		自己評価		評価	理由	
1. ICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等 (1)センシング基盤分野 世界最先端のICTにより新たな価値創造や社会システムの変革	1-1. センシング基盤分野 電磁波を利用して人類を取り巻く様々な対象から様々な情報を取得・収集・可視化するための技術、社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するための基盤技術、様々な機器・システムの電磁	1-1. センシング基盤分野	<評価軸> ●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			B 1-1. センシング基盤分野(3. 機構法第14条第1項第3号、第4号及び第5号の業務を含む)  本分野としては、年度計画を着実に達成するとともに、特に時空標準技術において世界に先駆けて実現したS <sub>1</sub> 光格子時計を用いた高精度原子時系構築、リモートセンシング技術において地		評価	B	
								<評価に至った理由> 年度計画に見合った成果に加え、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて、下記の通り、科学的意義、社会課題・政策課題の解決または社会的価値の		

をもたらすためには、「社会を観る」能力として、多様なセンサー等を用いて高度なデータ収集や高精度な観測等を行うための基礎的・基盤的な技術が不可欠であることから、【重要度：高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

○リモートセンシング技術

ゲリラ豪雨・竜巻に代表される突発的大気現象の監視技術及び予測技術の向上を目指し、前兆現象の早期捕捉や発達メカニズムの解明に必須な気象パラメータを高時間空間分解能でモニタリングすることを可能とする技術を研究開発するものとする。

また、地震・火山噴火等の災害発生状況を迅速に把握可能な航空機搭載合成開口レーダーについて、判読技術の高度化等に取り組むことで取得データの利活用を促進するとともに、平成32年度までに世界最高水準の画質の実現を目指した研究開発をするも

両立性(EMC)を確保するための基盤技術として、リモートセンシング技術、宇宙環境計測技術、電磁波計測基盤技術(時空標準技術、電磁環境技術)の研究開発を実施する。

(1)リモートセンシング技術

突発的大気現象の早期捕捉や地震等の災害発生時の状況把握を可能とするリモートセンシング技術、グローバルな気候・気象の監視や予測精度の向上に必要な衛星搭載型リモートセンシング技術及び社会インフラ等の維持管理に貢献する非破壊センシング技術の研究開発に取り組む。

(ア)リモートセンシング技術

ゲリラ豪雨・竜巻に代表される突発的大気現象の早期捕捉・発達メカニズムの解明に貢献する、風、水蒸気、降水等を高時間空間分解能で観測する技術の研究開発を行う。これらの技術を活用し、突発的大気現象の予測技術向上に必要な研究開発を行う。

また、地震・火山噴火等の災害発生時の状況把握等に必要な技術として、航空機搭載合成開口レーダーについて、構造物や地表面の変化抽出等の状況を判読するために必要な技術の研究開発に取り組むとともに、観測データや技術の利活用を促進する。さらに、世界最高水準

(1)リモートセンシング技術

(ア)リモートセンシング技術

・フェーズドアレイ気象レーダー・ドップラーライダー融合システム(PANDA)を活用したゲリラ豪雨等の早期捕捉や発達メカニズムの解明に関する研究、予測精度向上に関する研究及びフェーズドアレイ気象レーダーの二重偏波化に関する研究を他機関との密接な連携により推進する。  
・地上デジタル放送波を利用した水蒸気量の推定技術及び観測分解能・デー

に大きなものであるか。

●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。

●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。

<指標>

●具体的な研究開発成果(評価指標)

●査読付き論文数(モニタリング指標)

●論文の合計被引用数(モニタリング指標)

●研究開発成果の移転及び利用の状況(評価指標)

●研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数)

(1)リモートセンシング技術

(ア)リモートセンシング技術

・ゲリラ豪雨などの突発的な大気現象を迅速に捉えること(高速3次元観測)を目的として、従来の気象レーダーに比べて時間、空間分解能を約10倍に向上させたフェーズドアレイ気象レーダー(PAWR)や、PAWRとドップラーライダー等と組み合わせた融合システム(PANDA)を活用した豪雨予測に関する実証研究が進められた。特筆すべき事項として、以下があげられる。

- 大阪、神戸、沖縄3拠点でのPAWR、PANDAの安定運用に勤め、データのオープン化(Web公開・リアルタイム配信)により、後述の様々な実証研究を推進。【統合ビックデータ研究センターと連携】
  - 大阪に加えて神戸のPAWRデータも活用したリアルタイム雨雲情報ならびに豪雨予測情報のスマホアプリ配信実験を実施。【民間企業との共同研究】
  - 「京」による高精細シミュレーションとPAWR双方の膨大なデータ(解像度100m)を組み合わせたビッグデータ同化により、計算機上でのゲリラ豪雨の詳細な再現に成功。【理研他との共同研究】【8月報道発表、主要全国紙をはじめ報道多数】
  - 神戸市と連携したゲリラ豪雨対策支援システム実証実験の実施。【統合ビックデータ研究センターと連携】【10月新聞報道】
  - 二重偏波フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)の開発推進。(戦略的イノベーションプログラム(SIP)連携)【1月、全国紙における新聞報道】
- ・地デジ放送波の高精度受信から豪雨の早期検出等に有用な水蒸気遅延を推定

デジ放送波を活用した水蒸気観測という世界初の画期的な観測手法の確立、宇宙環境計測技術においてAIの応用による太陽フレア予測精度の大幅改善、という成果をあげたこと等、着実な成果が得られたことを総括し、評定を「B」とした。

個別の評定と根拠は、以下の各項目に記載のとおりである。

(1)リモートセンシング技術

・ゲリラ豪雨などの突発的な大気現象を迅速に捉える技術として、フェーズドアレイ気象レーダーを開発し、観測データのオープン化を進めたことにより、国研、大学、自治体、民間企業等との様々な連携による実証研究が進んでおり、その成果は新聞報道等でも多く取り上げられている。

また、この技術開発が起点となり、更に降雨の観測精度を向上させる二重偏波フェーズドアレイ気象レーダーの開発が、SIP連携により進められている。

・突発的大気現象の早期捕捉のリードタイムを大きくするための地デジ放送波を活用した水蒸気観測技術については、基本技術の確立が完了した。世界初の観測手法であり、科学的意義において顕著な成果であるとともに、マスコミ等でも多く取り上げられる期待の技術である。今後は関東域に装置を展開してフィールド実証を行う。

・Pi-SAR2は常時運用可能な航空機搭載SARとしては世界トップレベルの分解能(30cm)を達成している。観測データのオープン化も進んでおり、ここから得られる新たな解析手法の開発などは、科学技術的意義においても顕著な成果である。また、省庁連携による災害時の利活用の取り組みが始まっている。これ

創出、及び社会実装につなげる取組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、着実な業務運営が認められることからBとする。主な状況は以下の通り。

・リモートセンシング技術においては、突発的大気現象の早期捕捉の高度化に資する地デジ放送波を活用した水蒸気観測技術の基本技術を確立した。世界初の画期的な観測手法であり、国際論文誌Radio Scienceにハイライト論文として選出された。更に将来、複数個の受信点を配置することにより空間分布の導出も可能となるなど、科学的意義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。また、同観測手法については、関東域におけるフィールド実証、データ同化についての共同研究も予定されており、社会実装につなげる取り組みが積極的になされており、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。

・宇宙環境計測技術においては、NICTで研究開発が進められているAIを利用して、国内電離圏擾乱予測を改良し、従来の約2倍の的中率を達成したこと、同じくAIを利用して、太陽フレア予測モデルの開発では、世界トップレベルの成績を達成するなど、宇宙天気予報精度を格段に高めており、社会的価値の創出において成果の創出や将来的な成果の創出の期待

のとする。  
 さらに、グローバルな気候・気象の監視技術の確立や予測技術の高度化を目指して、地球規模で大気環境を観測し、データを高度解析するための技術を研究開発するものとする。  
 加えて、社会インフラや文化財の効率的な維持管理に貢献する電磁波による非破壊・非接触の診断技術について、観測データを高度解析・可視化するための技術の研究開発を行うとともに、平成 32 年度までに現地試験システムの実用化のための技術移転を進めるものとする。

の画質(空間分解能等)の実現を目指した、レーダー機器の性能向上のための研究開発を進める。

**(イ)衛星搭載型リモートセンシング技術**

グローバルな気候・気象の監視や予測精度向上を目指し、地球規模での降水・雲・風等の大気環境の観測を実現するための衛星搭載型リモートセンシング技術及び得られたデータを利用した降水・雲等に関する物理量を推定する高度解析技術の研究開発を行う。また、大気環境観測を目的とした次世代の衛星観測計画を立案するための研究開発を行う。

タ品質を向上させた次世代ウィンドプロファイラについては技術実証を進める。  
 ・画質(空間分解能等)を限界まで高めた次世代航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR3)の設計及び製作に着手する。合成開口レーダー(SAR)観測・情報抽出技術の更なる高度化を進め、現行の Pi-SAR2 を用いた検証実験を実施する。

**(イ)衛星搭載型リモートセンシング技術**

・ GPM 搭載二周波降水レーダー及び EarthCARE 搭載雲レーダーの観測データから降水・雲に関する物理量を推定する処理アルゴリズムについて開発・改良・検証を行う。EarthCARE 地上検証用レーダーの運用を開始する。  
 ・ 風観測を可能とする衛星センサーの

等)(モニタリング指標)  
 ●報道発表や展示会出展等を受けた各種メディア媒体の反響状況(評価指標)  
 ●報道発表や展示会出展等の取組件数(モニタリング指標)  
 ●共同研究や産学官連携の状況(評価指標)  
 ●データベース等の研究開発成果の公表状況(評価指標)  
 ●(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度の成立寄与状況(評価指標)  
 ●(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度の寄与件数(モニタリング指標)  
 等

する技術に関しては、技術実証成果を論文化するとともに、システムのパッケージ化、面的な水蒸気観測を目指した多点展開への取り組みを開始した。【3 月報道発表、主要全国紙、TV ニュースをはじめ報道多数】【論文は国際論文誌 Radio Science に掲載、論文誌エディターによるハイライト論文に選出】  
 ・データ品質の飛躍的向上を目指した次世代ウィンドプロファイラに関しては、初期型アダプティブクラッタ抑圧機構について論文化するとともに、現行機への改良型アダプティブクラッタ抑圧機構の付加により、定物からのクラッタの完全抑圧に成功した。  
 ・航空写真に比べてより広い範囲を、分解能を落とさずに、天候や昼夜によらず観測でき、社会インフラの維持管理、植生の調査、資源探査、地震や火山噴火等の災害発生時の情報収集等幅広く活用できる航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR2)については、実証研究の一環として、以下のフライト実験や災害状況把握への活用を実施した。  
 - 海上の移動体検出・波浪計測、レポートフライトによる地表面の微小変化抽出、送電インフラの状況把握技術【中部電力との共同研究】等の実証のためのフライト実験を実施  
 - 次世代航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR3)開発のための基礎実験として、帯域を拡大した偏波共用の ATI(Along Track Interferometry)アンテナを開発し、フライト実験により性能を確認  
 - Pi-SAR2 による熊本地震被災状況の緊急観測  
 - M7.3 の地震が起きた翌日の平成 28 年 4 月 17 日に実施。速報画像データは、総務省、内閣府防災、九州総合通信局経由で熊本県、大分県等関係機関に即時提供。フル解像度データは防災科研、国総研に提供し、土砂崩れ等の解析に活用。機構サイトでも公開。  
 - この経験をもとに Pi-SAR2 の災害対応マニュアルを策定。また、消防庁広域応援室との、震災対応に関する連携関係を構築。  
 - Pi-SAR2 データの高解像度と高度計測機能を活かした土砂崩れ自動検出手法の高精度化技術を確立【論文投稿中】  
 ・Pi-SAR2 については、機材を航空機の基地である名古屋空港に保管し、また契約の工夫により緊急の飛行観測ができる体制をとっている。データのオープン化(Web 公開)を進めており、SIP(防災)の枠組み等で、他省庁の防災関係機関による SAR データ利用の検討を進めている。  
 ・画質(空間分解能、S/N 等)の向上を目的とした次世代航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR3)の研究開発に着手、平成 30 年度の運用開始を目指す。

**(イ)衛星搭載型リモートセンシング技術**

・日米共同ミッションである全球降水観測計画(GPM)においては、Level-2 データの精度向上を目的とした解析アルゴリズムの改訂提案を取り纏め、地上データ等との比較による精度検証を進めた。【4 月、全国紙における新聞報道】  
 ・国内の関連機関が集まって宇宙からの降水計測についての将来計画検討を進めている。  
 ・日欧共同ミッションである雲エアロゾル放射ミッション(EarthCARE)においては主要機器である雲プロファイリングレーダー(CPR)の欧州における確認試験のための輸送前審査会を終了。確認試験を経た後、最終的な欧州宇宙機関(ESA)への引き渡しは平成 30 年 4 月頃の見込みである。  
 ・衛星搭載ドップラー風ライダー計画に於いては、コア技術である高出力パルスレーザー開発において、世界最高出力を達成した。【IEEE PTL で投稿受理】  
 ・テラヘルツセンシングにおいては、これまでになかった 2THz 帯高感度受信機を開発。また、国内関連機関とともに SMILES-2 ワーキンググループを形成し、将来計画検討を進めている。  
 ・木星圏探査衛星 JUICE 搭載サブミリ波分光計 SWI のアンテナ開発では、振動に耐

は今後の技術移転等に繋がる活動として期待できる。  
 ・衛星搭載リモートセンシング技術については、日米共同ミッションである GPM、日欧共同ミッションである EarthCARE ともに、機構の役割を着実に果たしている。  
 ・将来の衛星観測を目指す衛星搭載ドップラー風ライダーについては、コア技術である高出力パルスレーザー開発において、世界最高出力を達成。これは、科学的意義において顕著な成果である。  
 ・小型軽量テラヘルツ衛星開発に関しては、JUICE/SWI において国際的にも信頼性ある開発を着実に実行しており、また、世界に先駆けて超小型相乗り火星探査機の開発に着手したことなど、社会的インパクトの大きい課題で世界のトップを走っている。  
 ・機構独自の衛星データ解析インテリジェンス化による大気汚染と健康に関する衛星データの利活用は、総務省の宇宙×ICTや内閣府の宇宙産業ビジョンなど国の政策にも貢献した。  
 ・非破壊センシング技術では、社会インフラや木造建造物内部の調査の用途に開発してきたマイクロ波及びアクティブ赤外イメージング技術の有効性をユーザーとともに検証し、また観測データの解析技術及び可視化技術としてのホログラムのカラー化および複製技術を開発するなど、年度計画を着実に達成した。

以上の通り、年度計画を着実に達成する成果を得られたことから、評定を「B」とした。

**<課題と対応>**

(課題)超臨場感コミュニケーション技術の各要素技術は将来花開く可能性を持っており、ある程度の集中化は必要かもしれないが、息の長い基礎的な研究を続けて頂きたい。  
 (対応)将来、超臨場感映像技術の中核をなすであろうホログラム技術について、基礎的な研究を継続させる。また、超臨場感コミュニケーション産学官フォーラムを引き続き牽引することで、国内企業の超臨場感への取り組みを

等が認められる。また、地上から電離圏までを统一的に計算する世界で唯一のシミュレーションコードである GAIA の精緻化に成功しており、科学的意義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。

・時空標準技術においては、Sr 光格子時計の原子時系構築への活用において、効率的な周波数制御手法を考案することで、世界で初めて光時計に基づく精度 16 桁の時系信号を半年に渡り連続生成することに成功し、光標準による実用的な連続時系の構築に先鞭をつけており、科学的意義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。また、無線双方向時刻比較(“ワイワイ”)技術に対応した半導体チップ及び時刻同期モジュールを試作開発し、十分な強度で無線通信ができる範囲内(数百 m 程度の見通し距離)でサブナノ秒精度の時刻変動計測が行えることを検証するとともに、フィールドにおける距離計測の予備実験を行うなど、工事現場等で使える安価・簡易で高精度の位置測定ツールとしての実用化の見通しを得ており、社会実装につなげる取組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。

・電磁環境技術については、周波数 1GHz まで測定可能な広帯域伝導妨害波測定系の構築に世

基盤技術開発として、衛星搭載ドップラー風ライダーのための単一波長高出力パルスレーザー、サブミリ波サウンダーのための 2THz 帯受信機の開発等を進める。

- 衛星搭載に向けた小型軽量テラヘルツセンサーの要素技術等の研究開発を進めるとともに、データ高度化研究開発を進める。

**(ウ)非破壊センシング技術**

- 社会インフラや木造建造物内部の非破壊調査の用途に開発してきたマイクロ波イメージング装置を用いて実際の木造家屋及び代表的な壁モデル 10 種類以上を計測し、データを公開する。
- アクティブ赤外線イメージング装置は、これまでに原理実証したシステムの光学系等を改良し、建造物や電力設備モデル等を用いた実験を行う。
- 社会インフラや文化財等、非破壊センシングのユーザーに相当する機関との共同研究を開始するとともに、これまで活用されていないミリ波利用のニーズを調査する。
- 観測データの解析技術及び可視化技術としてデジタル化された任意の解析データを立体表示で

える強度を維持しつつ質量を 1.2kg から 0.8kg に軽量化することに成功した。プレートボードモデル・熱構造解析モデル開発終了した。ESA の審査をクリアし、エンジンアリングモデル開発に着手した。

- 小型テラヘルツ火星探査着陸機概念フィージビリティ検討を測器検討・シミュレーション検討の両者から実施し、観測成立性を確認の上、観測周波数を決定した。読売新聞1面掲載。朝日新聞社会面にも掲載された(関連論文2件)。
- データ高度化では、超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)のデータを独自の高度インテリジェント解析することにより、オゾン同位体・地球大気上端における大気汚染物質の振る舞いなどこれまでにない価値をもつ地球物理量を導出し、地球大気における実態を把握した(関連論文2件、著書2冊)。さらに、大気汚染と健康予測に向け複数衛星データ複合解析アルゴリズム研究を実施し、アジア地域のオゾン高度別分布の導出を可能にした(論文1件)。

**(ウ)非破壊センシング技術**

- 社会インフラや木造建造物内部の非破壊調査の用途に開発してきた 20GHz のマイクロ波イメージング装置を用いて実際の木造家屋及び代表的な壁モデル 16 種類を計測しデータを公開した。
- アクティブ赤外線イメージング装置を改良し、電力会社の協力を得て、撤去された電力鉄塔用鋼管内部の減肉を外部から検出できることを実証した。
- 社会インフラや文化財等、非破壊センシングのユーザーに相当する機関との共同研究を開始するとともに、これまで活用されていないミリ波が壁画調査に有効である見通しを得た。
- 観測データの解析技術及び可視化技術としてデジタル化された任意の解析データを立体表示できるホログラムのカラー化を実現した。さらに、3cm×3cm 程度の単色ホログラムを複製する技術を開発した。

着実に推進させる。

(課題)超臨場感コミュニケーション技術の各要素技術の研究を継続するとともに、IoT 等の新しいニーズの中で、これまでの研究開発成果がどのように位置付けられるか検討して頂きたい。(対応)ホログラムについて、映像技術としての実用化を産業界と協力して進める。それと同時に、光の高機能変調素子としての機能に着目して、通信等のニーズにも活用することを検討する。

界で初めて成功し、国際論文誌 IEEE EMC Magazine にハイライト論文として選出されるなど、科学的意義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。また、周波数 30MHz 以下の放射妨害波に対して、新たなアンテナ較正法と測定場評価法を開発し、CISPR 国際標準化会議に提案し、同会議における議論を主導するとともに、電気自動車用の大電力ワイヤレス電力伝送の評価法の妥当性検証に関して世界初となる実車データを基とした寄書を IEC 国際標準化会議へ提案するなどしており、今後のワイヤレス電力伝送等の普及の基盤として大いに貢献するものと期待できることから、社会課題・政策課題の解決につながる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。

**(ウ)非破壊センシング技術**  
社会インフラや文化財の効率的な維持管理等への貢献を目指して、電磁波を用いた非破壊・非接触の診断が可能となる技術やフィールド試験用装置に関する研究開発を行う。また、これまで使われていない電磁波の性質を利用した観測データの解析技術及び可視化技術の研究開発を行う。研究開発成果の実利用を促進するため、非破壊・非接触の診断を可能とする現地試験システムの実用化に向けた技術移転を進める。

## ○宇宙環境計測技術

電波伝搬に大きな影響を与える電離圏等の擾乱の状態をより正確に把握する宇宙環境計測及び高精度予測のための基盤技術を研究開発することにより、航空機の安定的な運用等、電波利用インフラの安定利用に貢献する。

また、人工衛星の安定運用に不可欠な宇宙環境の把握・予測のための磁気圏シミュレータの高度化技術及び衛星観測データによる放射線帯モデル技術等を研究開発するものとする。さらに、太陽電波観測・太陽風シミュレーションによる高精度早期警報システムの実現に向けて、太陽活動モニタリングのための電波観測システム及び衛星観測データを活用した太陽風伝搬モデルに関する技術を研究開発するものとする。

## (2)宇宙環境計測技術

電波伝搬に大きな影響を与える電離圏等の擾乱の状態をより正確に把握する宇宙環境計測及び高精度予測のための基盤技術の研究開発を行うとともに、航空機の運用等での電波インフラの安定利用に貢献するシステムの構築に向けた研究開発を行い、研究開発成果を電波の伝わり方の観測等の業務に反映する。また、人工衛星の安定運用に不可欠な宇宙環境の把握・予測に貢献するため、太陽風データを利用可能とする高性能磁気圏シミュレータの研究開発を進めるとともに、衛星観測データによる放射線帯予測モデルの高精度化技術の研究開発を行う。さらに、太陽電波観測・太陽風シミュレーションによる高精度早期警報システムの実現に向けて、太陽風の擾乱の到来を予測するために必要な太陽活動モニタリングのための電波観測システム及び衛星観測データを活用した太陽風伝搬モデルに関する技術の研究開発を行う。

きるホログラムのカラー化を実現する。さらに、3cm×3cm程度の単色ホログラムを複製する技術を開発する。

## (2)宇宙環境計測技術

- ・国内に整備してきた新電離圏観測装置 VIPIR の検証を進め、運用を開始するとともに、電離圏パラメータの自動抽出の改良に着手する。また、電離圏等の擾乱に関する高精度数値予測に向けて大気電離圏モデルの性能改良を行い、データ同化技術の導入に着手する。
- ・地上や磁気圏領域の観測データを用いて、磁気圏シミュレーションの精度検証に着手するとともに、静止軌道領域高エネルギー粒子空間分布の推定技術を開発する。
- ・太陽風伝搬モデルの並列化・高速化に着手するとともに、太陽電波観測システムの定常運用・観測データの公開・利用を進める。

## (2)宇宙環境計測技術

- ・電離圏観測においては、観測およびモデル開発の面で予想精度の向上に向けた研究を進め、国際民間航空機関(ICAO)等通信・測位ユーザーのニーズ解決に向けた活動を進めた。新電離圏観測装置 VIPIR2 による電離圏鉛直構造の自動導出技術を開発、国内外 GPS 受信機網および赤道越え電波伝搬を利用し電離圏観測のリアルタイム化・広域化を促進した。また、新電離圏観測装置 VIPIR2 の検証と運用を開始した。X,O-分離のイオノグラム作成に成功し提供を始めた。更に、東南アジア電離圏観測の安定化向上のための耐雷対策を進めるとともに、新規 VHF 赤道越え電波伝搬の詳細システムを検討した。
- ・電離圏シミュレーションにおいては、全球大気圏-電離圏モデル(GAIA)をベースとしたデータ同化のプロトタイプシステムを構築、数値予測の基盤技術を開発した。また、アジア-オセアニア域の詳細電離圏情報を生成するため、全球モデルと領域電離圏モデルの連携手法を開発した。また、プラズマバブルモデルの高精度化を実現、従来の2倍以上の解像度を実現した(1km→400m)。GAIA の高分解能版を完成し、従来の約3倍の解像度を実現した。また磁場形状や磁気圏との接続部分の改良による精緻化を実施した。AI を用いた国内電離圏擾乱予測モデルを改良し従来の約2倍的中率を達成した(スレットスコア:12.6%→25.1%)。衛星測位精度に関するニーズ指向の分かりやすい情報配信を開始した。更に、電波伝搬シミュレータの基礎部分の開発を完了し、実装に着手した。
- ・観測・モデル開発ともに衛星軌道近傍の宇宙天気予報精度向上に向けた活動を進めた。テラレーメイド宇宙天気システム開発を進め、3機の衛星データから静止軌道全域の粒子分布を推定・可視化するプロトタイプシステムを完成した。観測との比較による磁気圏シミュレーションの精度評価のために、宇宙環境変動と準天頂衛星「みちびき」の帯電イベントの個別事例の解析・評価を行った。
- ・磁気嵐時の衛星への影響を見積もるため、磁気圏グローバル電磁流体力学(MHD)シミュレーションと内部磁気圏モデルとの結合を検討した。さらに磁気圏擾乱情報の共有のために、ひまわり8号の観測データを用いた宇宙環境データベースを公開するとともに予測モデルを開発した。
- ・太陽・太陽風観測においては、観測・モデル開発ともに太陽現象の早期把握に向けた研究活動を進めた。昭和27年から続けてきた平磯太陽電波観測を終了し、機能を山川へ移転、地方拠点の集約化に貢献した。また、長年蓄積されてきた平磯の太陽電波、太陽光学観測データの、コミュニティ標準フォーマットへの変換を完了した。更に平磯・山川太陽電波観測データ公開用ウェブインターフェースを開発し、データ公開への道筋をつけた。山川太陽電波観測施設の観測精度向上のためのチューニングを完了した。
- ・太陽・太陽風シミュレーションにおいては、AI による太陽フレア予測モデルを開発し、性能評価を実施、世界トップクラスの成績を達成(True Skill Score: TSS~0.5→0.9)、メディアに多数取り上げられた(新聞7件、Web掲載20件、記事執筆2件、計29件)。また地上観測による太陽磁場データを用いた太陽風予測シミュレーションコードの並列化を行い、定期的に行うことができる環境を整備した。さらに、コロナ質量放出(CME)速度推定ツールの開発に着手し、太陽観測衛星 SDO の観測画像を用いたフレア発生位置の自動検出に成功した。
- ・南極電離層定業観測においては、昭和32年国際地球観測年(IGY)以来電離層定常観測を滞りなく継続するとともに、長波(時刻標準電波)の長基線観測を行い国

## (2)宇宙環境計測技術(3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務を含む)

- ・電離圏観測・シミュレーション技術の国内外の継続的観測は世界に類を見ないものであり、そのデータベースは国際科学会議(ICSU)の World Data Center (WDC)として認められているなど科学的意義が高い。また GAIA は地上から電離圏までを统一的に計算する世界で唯一のシミュレーションコードであり、その精緻化は特に顕著な成果である。
- ・磁気圏観測・シミュレーション技術の静止軌道上の電磁環境を推定するプロトタイプシステム開発は、テラレーメイド宇宙天気システムの基盤となるものであり、着実に進展している。シミュレーション開発においては宇宙天気予報精度向上のための観測との比較評価を進めており、着実に進展している。
- ・太陽・太陽風観測・シミュレーション技術の山川太陽電波観測施設の精度向上のためのチューニングを完了したことは、今後の太陽活動の早期警戒のために大きく寄与する成果である。また、AI による太陽フレア予測モデルの開発は、世界トップレベルの成績を達成し、科学的にも高く評価された。

以上のように、年度計画を着実に達成し、一部には目標を上回る成果も得られたことから、評定を「B」とした。

### <課題と対応>

(課題)電磁波センシング・可視化技術については、他の機関と連携を取って国際的な戦略を立てて研究を進める体制を整えることが重要である。(対応)リモートセンシング研究室においては、JAXA、NASA、ESA 等と協力して降水(GPM)や雲(EarthCARE)の衛星観測ミッションを進めており、同様の

**○電磁波計測基盤技術(時空標準技術)**

社会経済活動の秩序維持のために不可欠な標準時及び周波数標準に関する基礎的・基盤的な技術の高度化を図るため、安定的かつ信頼性の高い日本標準時及び周波数国家標準を目指して、原子時計に基づく標準時発生技術、その運用に必要となる時刻・周波数比較技術及び時刻・周波数供給に係る関連技術、さらにテラヘルツ帯の周波数標準を確立するための基礎技術を研究開発するものとする。また、高精度な計測技術の基盤

**(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)**

社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するため、機構法第14条第1項第3号業務と連動した標準時及び標準周波数の発生・供給技術の研究開発を行うとともに、次世代を見据えた超高精度な周波数標準技術の研究開発を行う。また、利活用領域の一層の拡大のため、未開拓なテラヘルツ領域における周波数標準技術の研究開発及び新たな広域時刻同期技術の研究開発を行う。

**(ア)標準時及び標準周波数の発生・供給技術**

原子時計に基づく標準時発生技術、その運用に必要となる時刻・周波数比較技術及び標準時の分散構築技術等の研究開発を行い、信頼性向上に向けた分散システムを設計する。また、一般利用に向けた標準時供給方式に関する研究開発を行う。

**(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)**

**(ア)標準時及び標準周波数の発生・供給技術**

・機構法第14条第1項第3号業務について、研究課題と連携しながら、継続的かつ安定に実施する。特に、機構本部の標準時発生・計測システム更新に着手し、各部装置の導

- 際通信連合(ITU-R)の寄与文書として投稿し、勧告改訂に至った。
- ・国際活動については、宇宙天気予報に関する国際機関の検討に積極的に参加し、活動に貢献した。ICAOの宇宙天気利用の検討会合である気象パネル等に出席し、寄与文書2件提出するなど検討に貢献した。また、ITU-R SG3 会合に参加し寄与文書を1件提出、勧告改訂に成功した。さらに、アジア・オセアニア宇宙天気連合(AOSWA)の事務局を務め、活動を先導している。また、国際宇宙環境サービス(ISES)、世界気象機構(WMO)、国連宇宙平和利用委員会(UN/COPUOS)等の活動に寄与している。
- ・新学術領域「太陽地球圏環境予測」(PSTEP)の枠組み等を活用し、宇宙天気予報情報の実利用のための検討を産学官で活性化する取組を実施した。
- ・第10回宇宙天気ユーザーズフォーラムを開催(6月14日国立科学博物館)。宇宙天気の現状および機構の取り組みを紹介するとともに、外部機関の講師による関連講演を行った
- ・宇宙天気ユーザー協議会を開催、航空・通信・測位について関係する関連省庁、航空会社、大学研究者などの利用者とともにニーズ・シーズマッチングの検討を行いハザードマップ作成に必要な情報収集を行った。また、現在ICAOで検討されている宇宙天気情報利用について紹介し、今後の我が国の対処方針について検討を行った(第2回:7月21日、第3回:9月30日)
- ・宇宙天気現象の中でも経済的インパクトが大きい電力および航空についてハザードマップの作成を進めている。

**(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)**

**(ア)標準時及び標準周波数の発生・供給技術**

- ・機構法第14条第1項第3号業務については、日本標準時の発生において、ダウンタイムなく協定世界時UTCへの同期を安定に保ちつつ(±20ns以内)運用を行った。標準時の供給においても、標準電波(稼働時間率99.9%)、テレホンJJY(14万アクセス/月)、NTP(20億アクセス/日)など各種手法による供給を安定に行った。
- ・特に、機構本部の標準時発生・計測システム更新に関しては、計画に基づき計測・監視機器など各種システム装置の調達を進めるとともに、昨年度調達した水素メーザ装置の動作試験を行い、実運用を開始した。
- ・また、研究課題と連携した成果として、新方式となる光電話回線による供給システムの開発を行い、実験運用を開始した。

枠組みで降水観測に関する将来ミッションの検討も始まっている。また、宇宙環境研究室においては、科研費・新学術領域研究「太陽地球圏環境予測(PSTEP)」の枠組みのもとに国内で100名を超える当該分野の研究者が協力し、世界最先端の研究業績を宇宙天気予報に反映させるとともにユーザーニーズに即した情報提供を行う体制が整っている。

(課題)インフォマティクス技術は、広報活動を活発に行い、研究開発成果の社会還元を積極的に行う必要がある。(対応)宇宙環境研究室においては、AIを用いた太陽フレア発生予測に関する報道発表を行うとともに、宇宙天気ユーザーズフォーラムを開催、講演会を行っている。また機構イベント等において研究開発成果の社会還元を積極的に行っている。

**(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)(3-1. 機構法第14条第1項第3号の業務を含む)**

- ・(ア)においては、計画から追加となる成果として、通常業務に加えて元旦のうるう秒調整対応を行い、一般への周知(説明会実施、取材対応等)・送信所等も含めた各システムの事前点検と挿入準備・当日の実施を着実に行った。また過去25年の活動の集大成として、標準電波75周年記念誌を刊行した。
- ・(イ)においては、Sr光格子時計の原子時系構築への活用において、計画を上回る以下の成果を得た。一般に光標準は連続稼働には適さないため、時系構築に組み込んだ前例はなかったが、本研究では、光標準による効率的な周波数制御手法を考案することで、半年に渡り高精度なリアルタイム連続時系を生成することに成功した。また独立に作ったこの時系が刻む1秒が-16乗台の精度でSI秒(定義値)と一致する事も確認できた。これは、光標準に基づく実用的な連続時系の構築に先鞭をつける、国際的にも大きな成果である(BIPMの時間周波数部門長から

となり秒の再定義にも適応可能な周波数標準を実現するため、実運用に耐える堅実な超高精度周波数標準を構築するとともに、次世代の光領域の周波数標準等に関する基盤技術を研究開発するものとする。さらに、広域かつ高精度な時刻同期網の構築に関する基盤技術を研究開発するものとする。

#### (イ) 超高精度周波数標準技術

実運用に耐える安定した超高精度基準周波数の生成が可能なシステムを構築するとともに、次世代への基盤技術として、現在の秒の定義である一次周波数標準を超える確度を実現可能な光周波数標準の構築及びその評価に必要な超高精度周波数比較技術の研究開発を行う。

入及び動作試験を行う。

- 標準時発生・分散構築技術の研究においては、神戸副局での標準時発生及び運用に関して、信頼性向上のための各種試験を実施する。時刻・周波数比較技術の研究においては、簡易な時刻比較手法の検証のため、試作機を開発して初期試験を実施する。

#### (イ) 超高精度周波数標準技術

- 実運用に耐える光周波数標準システムの構築に向け、安定稼働のための整備を行うとともに、原子時系構築に活用する手法の検討と評価実験を行う。また次世代型超安定光源の要素技術として、短期安定度の向上に有効な共振器開発を進める。
- 超高精度周波数比較技術については、国際科学衛星プロジェクト ACES における日本代表機関として、H29 年度の衛星打上げに向け地上局運用に必要な環境整備を行う。また VLBI 周波数比較において、国内基線での精度評価実験を行うとともに観測システムの性能向上と運用安定化を進める。

- 世界一斉に行われたうるう秒調整に関しては、事前説明会(11 月)を開催するなど国内での周知を着実に行うとともに、1 月 1 日当日のうるう秒調整も着実に先行、メディアによる取材・報道においても多数の反響があった(TV・新聞・ネット中継等の当日取材 9 件、新聞報道 55 件(主要 8 紙 19 件)、TV・Web 動画 14 件、雑誌 1 件、Web 477 件(H28.7/1~H29.1/11)など)。
- アウトリーチ活動としては、標準時に関連する取材・電話対応(157 件)・見学対応(97 件)など多数を、所内各部と協力して実施した。また「未来を拓く ICT 展示会 in 霞ヶ関」などの展示会に出展した。さらに、標準電波 75 年を記念して、過去 25 年間に渡る標準時業務および関連研究の記録を編纂し 9 月に刊行した。
- 神戸副局での標準時発生及び運用では、定常運用にむけた信頼性向上のための各種動作試験(信号停止・停電試験など)を実施した。また神戸における時系生成を開始し、神戸副局の 5 台の Cs 時計のみの使用でも安定した合成原子時が生成可能であることを確認した。また衛星双方向時刻比較装置を整備して本部他との時刻比較リンクの多重化を実現し、12 月より小金井・神戸・2 送信所間での定常時刻比較を開始した。
- 時刻・周波数比較技術の研究においては、標準電波や NTP よりも高精度で且つ廉価に日本標準時を配信する新方式の検討を開始し、測位衛星(GNSS)受信機とタイムインターバルカウンタを組み合わせた簡易的な時刻比較受信機の試作機組み上げとソフトウェア整備を行い、初期試験により動作確認を行った。

#### (イ) 超高精度周波数標準技術

- 光周波数標準システムの構築に関しては、ストロンチウム(Sr)光格子時計において、真空槽内電荷の除去などにより Sr 系の不確かさを従来比の 2/3 に低減( $5.4 \times 10^{-17}$ )し、安定性を強化した。また国際原子時を利用した 16 乗台での絶対周波数測定法を確立し、国際度量衡局(BIPM)メンバーを共著とする国際論文を発表した。この Sr 光格子時計を半年間にわたり間欠運用し、その周波数を基準として連続的な原子時系を構築するための最適な制御手法の検討を行い、試験的な時系を構築して評価した結果、5 ヶ月にわたり確度・安定度ともに 16 乗台のリアルタイム連続時系を実現することに成功した。更にこの結果を基に、1 ヶ月平均の国際原子時が 16 乗台で SI 秒から乖離していることを光時計で初めて実証した。
- 次世代型超安定光源の要素技術に関しては、単結晶シリコンによる精密光学研磨基板とスペーサーから共振器を製作した。
- 計画から追加となる成果としては、Sr 光格子時計とは別方式のインジウムイオン(In<sup>+</sup>)トラップ型光原子時計の研究において、カルシウムイオン(Ca<sup>+</sup>)共同冷却を導入した新手法により周波数標準の要となる絶対周波数の計測を行い、他機関からの旧手法による 2 測定値との比較評価を行った。
- 超高精度周波数比較技術については、ACES プロジェクト日本代表機関として、衛星打上げ(平成 30 年予定)に向け、ESA との調整や免許取得準備など、地上局運用に向けた環境整備を行った。
- VLBI 周波数比較では、観測システムの遠隔運用と安定化のための改修を行うとともに、広帯域(3-14GHz)受信機の開発により、小型アンテナ(1.5m)を 2.4m のカセグレン型に改修し、システム感度を従来の 4 倍以上に改善した。このシステムを使って国内の周波数標準機関(NICT,NMIJ)の間で、小型アンテナ間の広帯域 VLBI による精度評価実験を繰り返し行い、高感度アンテナを介することで 2m 級小型アンテナ間でも中型アンテナと同等以上の計測精度が得られることを確認し、原理実証に成功した。
- 衛星仲介比較技術における追加の成果としては、衛星双方向搬送波位相利用(TWSTFT-CP)技術において、韓国 KRISS 研究所との長期実験を開始し、国際比較で初めて 17 乗台の計測精度(平均化時間 2 日以上)を実証した。これは光原子時計の周波数比較に十分有効な精度である。さらにこの機構発技術の国際展開のため、汎用型装置開発を実施した。

推薦を受け、国際学会 URSI2017 で招待講演予定)。

- (ウ)においては、ワイワイ技術開発において、計画を上回る以下の成果を得た。まず実験室内で計画を 3 桁上回るピコ秒の時刻比較精度を達成してこの方式の潜在能力を確認した。次いで 60m 鉄塔上の測定点の日周位置変動を高精度に検出する等、現場での実利用の可能性までを実証する進捗があった。更にメーカーと連携して当該機能を組み込んだ半導体チップ及び可搬型モジュールを開発し、こちらでも計画を上回るサブナノ秒での計測精度を達成するとともに、フィールドでの距離計測の予備実験も実施した。これらの成果は、同期制御による通信の効率化や小型センサー群のシステム化等への展開が期待される。以上のように、原理実証からモジュール開発およびフィールド実験まで、迅速に顕著な成果を挙げた。

以上のように、特に課題(イ)および課題(ウ)において計画を上回る顕著な成果が得られたことから、評定を「A」とした。

#### <課題と対応>

(課題)時空標準技術について、世界初の技術を将来にわたり日本が主導し世界をリードしていくためには、研究成果を出すだけでなく、その運用や社会への還元、広報活動にも力を入れていくことが必要である。  
(対応)「3(ウ)周波数標準の利活用領域拡大のための技術開発」を新たに立ち上げ、学術分野での成果にとどまらず、社会還元につながる研究開発を進めることとした。

(課題)光格子時計の精度向上について、研究活動においてどのような創意工夫により成果が出されたのかを分かり易く説明できるようにするべきである。さらに、光格子時計技術の社会実装や産業応用、特許の囲い込みといった出口戦略が不明であり、産学で連携しつつ、技術の向上がどのような社会還元をもたらすのか明確にするべき。  
(対応)光格子時計に関する成果創出において、創意工夫点についてできる

○電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)  
通信機器や家電機器が動作する際の電磁両立

(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)  
電磁環境技術は通信機器や家電機器が動作する際の電磁両立性を確保するために必要不可欠な基盤技術で

(ウ)周波数標準の利活用領域拡大のための技術  
周波数標準技術の利活用拡大に向け、マイクロ秒以下の精度で日本標準時に同期する広域かつ高精度な時刻同期網の構築に関する基盤技術の研究開発を行う。また、テラヘルツ周波数標準の実現に向けた基礎技術の研究開発を行う。

(ウ)周波数標準の利活用領域拡大のための技術  
・広域時刻同期技術については、マイクロ秒精度で日本標準時に同期するための子局制御システムの開発を進めるとともに、十分な強度で無線双方向通信が行える範囲内ではナノ秒精度の時刻変動計測能力を持つシステムの開発を進める。  
・テラヘルツ周波数標準技術については、周波数計測の広帯域化(1~3THz)の研究を進めるとともに、テラヘルツ光源の高度化及び小型・可搬化に適した参照周波数基準の検討を開始する。

(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)

(ウ)周波数標準の利活用領域拡大のための技術

- ・広域時刻同期技術では、広域での同期制御システムの一部として、GPS コモンビュー方式を用いた遠隔地での自動制御が可能となる、子局システムを試作した。またローカルエリアでの高精度同期技術として、無線双方向時刻比較(“ワイワイ”)技術を開発し、まずは実験室内での精度実証に成功(ピコ秒精度の時刻比較・mm 精度の距離変動計測)、次に 60m 鉄塔に装置を設置し日照による鉄塔の伸び縮み(20mm/日)の検出に成功した。並行して同技術に対応した半導体チップ及び時刻同期モジュールを試作開発し、十分な強度で無線通信ができる範囲内(数 100m 程度の見通し距離)でサブナノ秒精度の時刻変動計測が行えることを検証するとともに、フィールドにおける距離計測の予備実験を行った。
- ・テラヘルツ(THz)周波数標準技術では、超格子ハーモニックミキサーを利用した、1~3THz 帯を網羅する広帯域 THz カウンターを設計し、その動作実証に向けた開発に着手した。また THz 光源の開発においては、小型/可搬化に適する手法として、光標準技術を導入した 2 台の波長安定化レーザーの差周波発生を利用する方法の検討を行った。
- ・THz 計測技術のパイプロダクトとして、THz コムを応用した、新方式の THz 基準周波数伝送法を発明し、THz 基準周波数を精度 18 桁で位相コヒーレントに長距離伝送(20km)できることを実証した。その成果は速報誌 APEX の Spotlights 論文に選出された。(Appl. Phys. Express 10, 012502 (2017))
- ・理論研究では、酸素分子  $O_2^+$  イオンを用いた確度 17 桁が達成可能な中赤外周波数標準を理論提案し、海外論文誌に発表した。(Phys. Rev. A 95, 023418 (2017))
- ・計画から追加となる成果として、チップスケール原子時計(CSAC)技術の研究においては、デスクトップ型の試験用原子時計および量子遷移準位系のシミュレータ開発、構成部品の超小型化のための回路技術の開発など、原子時計をチップ化するための開発環境を整備した。

(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)

だけ平易な説明をするようにした。また、標準機関としての光格子時計技術の出口としての一番の目標は、国際標準構築への貢献(秒の再定義への貢献)であり、その実現に向けて、論文用のチャンピオンデータでなく実用に耐える高品質な光標準の実現すること(大学ではない標準機関の役目)、自立した客観的評価に必要となる、異種・高精度の複数の光標準を持つこと、国際標準化(秒の再定義)に向けた働きかけとして、高精度な周波数絶対値を国際委員会 CCTF に入力し、採択を目指すこと、実用化については、標準時の構築での利活用に向けた研究を推進すること、を研究戦略・方針とした。

(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)(3-3. 機構法第 14 条第 1 項第 5 号の業務を含む)

・広帯域妨害波測定系の周波数特性と感度の顕著な向上を実現した技術

性を確保し、クリーンな電磁環境を維持するため、電磁干渉評価技術を開発するものとする。また、広帯域電磁波及び超高周波電磁波に対する高精度計測技術を研究開発し、平成32年度までに機構の試験・較正業務へ反映するものとする。

また、電波の安全性を確保するために不可欠な人体ばく露量特性を正確に把握するため、テラヘルツ帯までの周波数の電波について、マルチスケールのばく露評価を実現するための技術を研究開発するものとする。また、5Gやワイヤレス電力伝送システム等での利用も考慮して、6GHz以上や10MHz以下の周波数帯等における国の電波防護指針への適合性評価技術を開発するものとする。

さらに、国内研究ネットワークの形成・維持・発展を図るなど、電磁環境技術における国内の中核的な研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発により得られた知見や経験に基づき、国際標準

あることから、先端EMC計測技術や生体EMC技術に関する研究開発を行う。

#### (ア)先端EMC計測技術

電磁干渉評価技術として、家電機器等からの広帯域雑音に適用可能な妨害波測定系の研究開発を行う。また、広帯域電磁波及び超高周波電磁波に対する高精度測定技術及び較正技術の研究開発を行い、機構が行う試験・較正業務に反映する。

#### (イ)生体EMC技術

人体が電波にさらされたときの安全性確保に不可欠な人体ばく露量特性をテラヘルツ帯までの周波数について正確に評価するための技術として、細胞～組織～個体レベルのばく露評価技術の研究開発を行う。

また、第5世代移動通信システム(5G)やワイヤレス電力伝送システム等の新たな無線通信・電波利用システ

#### (ア)先端EMC計測技術

- ・家庭用電気機器等からの広帯域伝導妨害波に対する測定系を構成し、周波数特性及び測定感度の評価と改良を行うとともに、実環境を模した電磁干渉評価法の基礎的検討を行う。また、家電機器等からの周波数30MHz以下の放射妨害波に対する測定場の条件と評価法について検討する。
- ・超高周波電磁波に対する較正技術について、300GHzまで使用可能な電力計較正装置の構築に着手する。広帯域電磁波の計測法について、スプリアス測定場における広帯域電波環境とその季節変動を計測することにより、不要電波の特性を調査し、対策法を検討する。

#### (イ)生体EMC技術

- ・テラヘルツ帯まで人体の電波ばく露評価技術を開発するために、電気定数測定手法に関する検討、低周波数帯電気定数測定システム改良、ミリ波帯における数値シミュレーション手法、テラヘルツ帯における分光計測手法と相互

#### (ア)先端EMC計測技術

- ・電力線へ流出する広帯域伝導妨害波を周波数1GHzまで(世界初)測定可能な測定系について、重要要素技術である供試体・電源線接続部を開発し、周波数特性の平坦化を実現、従来比較において隣接ポート間結合を20dB程度低減することに成功した。伝導妨害波による雑音放射機構に関する論文がIEEE EMC Magazineでハイライト論文に選出された。医療機器等に対する無線機器等の接近を模した電磁耐性試験に関して、均一な電磁波照射が可能な広帯域アンテナの基礎検討を実施した。数値解析によって実現可能性を確認した(特許申請1件)。
- ・今後のワイヤレス電力伝送(Wireless Power Transfer:無線電力伝送)等の普及において重要となる、周波数30MHz以下の放射妨害波に対する測定場の条件と評価法、及び測定に用いるループアンテナの較正法について研究開発を進め、国際標準化(CISPR国際規格化)に向けて提案した。同会議における議論を主導した。
- ・周波数220～330GHzにおける電力標準器(カロリメーター)を産総研と共同開発(世界初)すると共に、市販の電力計を較正するための較正システムを構築した。
- ・レーダーアンテナ遠方界(測定レンジ400m)を確保可能なスプリアス測定場候補地において、1GHz～26GHzの外來電波の特性を計測・評価した。顕著な時期的変動は認められないものの、時々航行中の船舶からのレーダー波と思われる弱い不要波が観測されたが、受信位置の調整等の対策により、ほぼ問題にならないレベルまで不要波軽減できることを確認した。さらに次世代固体素子レーダーに対応可能なスプリアス測定用フロントエンドの開発に先行着手した。

#### (イ)生体EMC技術

- ・テラヘルツ帯まで人体の電波ばく露評価技術を開発するために必要な電気定数測定法に関して、ミリ波帯までの生体組織電気定数測定法の改善方法、低周波数帯電気定数測定システムにおける同軸プローブの誤差要因等を、それぞれ理論的に明らかにした。
- ・5Gシステムでの利用が有望視される準ミリ波帯における数値シミュレーションによるばく露評価手法について検証し、妥当性を明らかにした。またMIMO(Multiple Input and Multiple Output)環境に有効な反射箱を用いるばく露評価法に関する論文がIEEE EMC Magazineでハイライト論文に選出された。
- ・将来の超高速無線通信等への利用が期待されるテラヘルツ帯について、テラヘルツパルス分光計測手法および誘電体モデルを用いた相互作用のシミュレーション手法の基礎検討を実施し、テラヘルツ帯における生体組織(皮膚組織)のエネルギー吸収率の水分量依存性を世界で初めて定量的に明らかにした。

開発は、当該分野を先導する成果である。電磁耐性評価用広帯域アンテナは、医療現場や産業界の要請に先行する成果であり、外部発表に対する関連業界の関心が高い。EMC測定関連製品の製造・販売企業(国内)から、製品化・標準化を見据えた共同研究の申入れがあった(今後の社会実装へのルート確保)。

- ・30MHz以下における放射妨害波測定法の国際標準化は喫緊の課題である。CISPR会議においては我が国が標準化を提案し、機構の大型電波暗室における精密な測定結果や解析結果等に基づいて議論を主導している。
- ・300GHzまでの電力標準および較正系の開発は、世界に先駆けた国家標準トレーサブルな較正サービスの開始と平成34年に完了が予定される300GHzまでのスプリアス測定の義務化に向けた大きな前進である。また、上記に伴って開発された計測技術は、実際の超高周波帯無線機器が発する電波の精密計測を可能とし、超高周波帯における通信実証や伝搬特性解明につながる成果である。
- ・測定レンジ400m級の屋外測定場の確保は、世界最高レベルの遠方界広帯域スプリアス精密測定技術の開発・実証に向けた大きな前進である。
- ・生体組織の電気定数測定法の改良は、ばく露量評価の高精度化と人体防護の信頼性向上に直結する成果である。特に低周波数帯におけるWPTシステム等からの電磁界に対する人体防護の信頼性の格段の向上が期待できる。
- ・準ミリ波帯ばく露量評価法の検討成果は、5G端末の実用的適合性評価法の開発と標準化のために極めて重要である。
- ・テラヘルツ帯における電磁波の人体防護の根拠となる知見は十分ではない。テラヘルツ電磁波と生体分子の相互作用、中でも重要なエネルギー吸収特性を定量的に解明したことは、従来の定性的議論から定量的議論へステップアップが期待できる顕著な成果と言える。

化活動や関連する国内外の技術基準等の策定に寄与することで安全・安心なICT技術の発展に貢献するものとする。

ムに対応して、10MHz 以下や 6GHz 以上の周波数帯等における電波防護指針適合性評価技術の研究開発を行う。さらに、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与すると同時に、安心・安全なICTの発展に貢献する。

作用シミュレーション手法等についての検討を行う。  
 ・最新・次世代電波利用システムの適合性評価技術を開発するために、LTE (Long Term Evolution) システムの適合性評価の不確かさ評価、WPT (Wireless Power Transfer: 無線電力伝送) システムのための結合係数評価と接触電流評価手法の改良、5G/WiGig (Wireless Gigabit) システム等のミリ波帯携帯無線端末からの人体ばく露評価量等についての検討を行う。さらに、SAR (Specific Absorption Rate: 比吸収率) 校正業務の詳細手順の明確化とその妥当性評価・検証を行う。

研究開発の実施においては、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究実施、協力研究員の受け入れ等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験を、ITU、IEC 等の国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与する。

・様々な電波利用システムに対し、より適切な安全性評価を可能とする、形状や内部構造を柔軟に変形可能なメッシュ構造数値人体モデル開発のアルゴリズムを開発した。  
 ・最新・次世代電波利用システムの適合性評価技術として、LTE (Long Term Evolution) 信号の特性を考慮した解析により適合性評価結果の不確かさ評価に必要な測定系条件を明らかにした。  
 ・電気自動車用 WPT システムのための結合係数評価と接触電流評価手法の改良についての理論的検討を行ない、その検討に基づいた測定法を構築し、世界で初めて実車での接触電流測定データを取得し、IEC 国際標準化委員会に寄与を行った(電気学会 電気学術振興賞進歩賞を受賞)。  
 ・幅広い周波数にわたり様々な電波利用システムの適合性評価に適用可能な SAR (Specific Absorption Rate: 比吸収率) 測定プローブの新しい較正方法を開発し、成果をとりまとめた論文が掲載誌(電子情報通信学会論文誌)の最優秀論文章を受賞した。  
 ・SAR (Specific Absorption Rate: 比吸収率) 較正業務の詳細手順の明確化とその評価・検証を行って妥当性を明らかにした。

・大学・研究機関等との共同研究(実績: 大学 10、国立研究機関 5、公益法人 1、民間企業 1)や協力研究員の受入などによる研究ネットワーク構築、オープンフォーラム NICT/EMC-net の活動などを通じて、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関として研究開発を実施した。  
 ・NICT/EMC-net の研究会構成を改組し「将来課題研究会」を新設、研究会 4 回(参加者合計 207 名)、シンポジウム 1 回(参加者 110 名)を開催した。  
 ・研究開発で得られた知見や経験に基づき、下記に示す通り ITU、IEC、ICNIRP 等の国際標準化および国内外技術基準の策定に対して大きく貢献した(人数はいずれも延べ)。  
 ・国際会議エキスパート・構成員 29 名、国際標準化会議出席(電話会議含)127 名、国際寄与と文書提出 58 編、NICT 寄与を含む国際規格の成立 7 編など。  
 ・国内標準化会議構成員 65 名(うち座長・副座長 12 名)、会議出席 121 名、文書提出 25 編、国内答申 2 編(NICT 寄与による妨害波振幅確率分布測定法、妨害波測定場の評価法の各国際規格や、左旋衛星放送受信設備からの信号漏洩基準値案策定を含む)など。

・メッシュ構造数値人体モデルは、個人向けテラーメイドばく露評価への適用が期待されると共に、マルチスケール数値人体モデルの基礎となる先導的成果である。  
 ・LTE システムと従来の 3G システムとの信号の相違を考慮した適合性評価の不確かさ評価は、LTE 端末の適合性評価の信頼性向上に貢献する成果である。  
 ・電気自動車用の数 kW 級 WPT システムの各国での研究開発に伴い、その適合性評価法の国際標準化も進められているが、評価法の妥当性検証が課題であった。これに対し世界で初めて実車を用いた接触電流測定データを取得し寄書したことは、電気自動車用 WPT 実用化に向けた極めて大きな貢献である。  
 ・SAR プローブの新しい較正手法は、従来手法の適用が困難な周波数帯への適用が可能であり、電波利用の周波数拡大に対する適切な適合性評価の実現に大きく貢献するものである。  
 ・工学系、医学・生物系大学や研究開発機関との幅広い共同研究によって国内における強固な研究ネットワークを構築している。機構はその中核的機関として、戦略的な研究開発や標準化活動を推進した。  
 ・オープンフォーラム EMC-net の改組による対象分野の拡張と将来課題研究会の新設は、我が国の電磁環境技術に関連した社会的課題や横断的課題に関する議論を可能とするものである。  
 ・国内・国際標準化会議に、それぞれ年間延べ 127 名および 121 名が参加し、専門的知見に基づく多くの寄与を行なっている。さらに機構の研究成果や技術的な寄与を反映した国際規格や国内答申・法令等も成立していることは、我が国の国際・国内標準化活動に対する大きな貢献と言える。

以上から、年度計画を十分に達成し、一部目標を上回る成果が得られたことから、評定を「B」とした。

**3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務**

機構は、機構法第 14 条第 1 項第 3 号(周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報)に基づき、社

**3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務**

**3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務**

機構法第 14 条第 1 項第 3 号は、正確な時刻及び周波数の維持に不可欠な業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動の秩序維持のために

**3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務**

**3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務**

機構法第 14 条第 1 項第 3 号業務について、研究課題と連携しながら、継続的かつ安定に実施する。特

**<評価軸>**

●業務が継続的かつ安定的に実施されているか。

**<指標>**

●各業務の実施結果としての利

**3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務**

**3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務**

・機構法第 14 条第 1 項第 3 号業務については、日本標準時の発生において、ダウンタイムなく協定世界時 UTC への同期を安定に保ちつつ(±20ns 以内)運用を行った。標準時の供給においても、標準電波(稼働時間率 99.9%)、テレホン JJY(14 万アクセス/月)、NTP(20 億アクセス/日)など各種手法による供給を安定に行った。

・特に、機構本部の標準時発生・計測システム更新に関しては、計画に基づき各種システム装置の調達を進めるとともに、昨年度調達した水素メーザ装置の動作試験を行い、実運用を開始した。

・また、研究課題と連携した成果として、新方式となる光電話回線による供給システ

**<課題と対応>**

(課題)今後複雑化していく電磁環境に対応していくための電磁環境技術において、機構に期待される役割は大きく、これまで以上に国際的な視野に立った適正な業務の運営が求められる。

(対応)国内外の電磁波利用技術動向や標準化動向を考慮し、機構主催のオープンフォーラムの改組等による幅広い意見交換・情報収集に務め、国立研究機関として行なうべき先導的・継続的な研究開発や標準化活動を実施している。また、国際非電離放射線防護委員会と共同で電波の安全性に関する国際ワークショップを開催し、世界保健機関(WHO)等の海外専門家への成果周知・情報交換等を行うとともに、韓国・タイ等の各国主管庁・研究機関との共同ワークショップ等を通じて国際的研究協力の推進を図っている。

(課題)電磁環境技術分野の研究開発は機構のみが担える根幹的な業務であり、機構内の他の研究課題と比較して地味であるものの大切に維持していくべきである。

(対応)機構における電磁環境技術分野の重要性を踏まえ、関連する研究開発・業務を着実に実施している。

(課題)電磁環境技術分野では、他の研究機関と効果的な連携を進めながら、戦略的で長期的な研究の取組みや人材育成・人材確保について引き続き検討されたい。

(対応)大学や関連研究機関との共同研究や協力研究員受入により密な研究連携を維持した。有期研究員1名をテニュアトラック研究員として採用の他、新規有期研究員1名を採用した。

1-(3)電磁波計測基盤技術(時空標準技術)に含めて自己評価

機構法第 14 条第 1 項第 3 号業務について、研究課題と連携しながら、継続的かつ安定に実施した。特に、本部の標準時発生・計測システム更新に着手し、各部装置の導入および動作試験を行った。

会経済活動の秩序維持のために不可欠な尺度となる周波数標準値を設定し、標準電波を発射し、及び標準時を通報する業務を行っている。

また、機構は、機構法同条同項第4号(電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信、並びにその他の通報)に基づき、短波帯通信の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や地磁気及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行っており、安定的な社会経済活動の維持に不可欠な電波の伝わり方の観測等の業務である。

さらに、機構は、機構法同条同項第5号(無線設備(高周波利用設備を含む。)の機器の試験及び校正)に基づき、社会経済活動に不可欠な無線設備の性能に関する試験や測定結果の正確さを保つための校正を行っており、電波の公平かつ能率的な利用を実現するためには不可欠な業務である。

必要不可欠な尺度となる周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報を行うものであり、正確な時刻及び周波数の維持に不可欠である。このため、機構は関連する研究開発課題と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

**3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務**

機構法第14条第1項第4号は、電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信、並びにその他の通報に関する業務を規定したものである。この業務は、短波帯通信の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報(いわゆる宇宙天気予報)を行うものであり、安定的な電波利用に不可欠である。このため、機構は関連する研究開発課題と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

**3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務**

機構法第14条第1項第5号は、高周波利用設備を含む無線設備の機器の試験及び校正に関する業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動に不可欠な無線設備の性能に関する試験や、その測定結果の正確さを保つための校正を行うものであり、電波の公平かつ能率的な利用を実現するためには不可欠である。このため、機構は関連する研究開発課題と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

に、本部の標準時発生・計測システム更新に着手し、各部装置の導入および動作試験を行う。

**3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務**

機構法第14条第1項第4号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。

**3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務**

機構法第14条第1項第5号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。

用状況(評価指標)  
●各業務の実施状況(モニタリング指標)

ムの開発を行い、実験運用を開始した。

- ・世界一斉に行われたうるう秒調整に関しては、事前説明会(11月)を開催するなど国内での周知を着実に行うとともに、1月1日当日のうるう秒調整も着実にを行い、メディアによる取材・報道においても多数の反響があった(TV・新聞・ネット中継等の当日取材9件、新聞報道55件(主要8紙19件)、TV・Web動画14件、雑誌1件、Web477件(H28.7/1~H29.1/11)など)。
- ・アウトリーチ活動としては、標準時に関連する取材及び見学対応などを、所内各部と協力して実施した。また標準電波75年を記念して、過去25年間に渡る標準時業務および関連研究の記録を編纂し9月に刊行した。

**3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務**

- ・機構法第14条第1項第4号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。電波の伝わり方の監視および予報を行い、情報を電子メール(1日約1万件)およびWeb(月間約30万アクセス)にて提供した。
- ・国内4観測所(サロベツ・国分寺・山川・大宜味)での新電離層観測装置(VIPIR2)の定常運用と解析ツール開発を実施した。
- ・観測施設の整理統合を進め、平磯・犬吠両施設を閉所し、その機能を山川電波観測施設へ移設した。
- ・宇宙天気情報を発信している複数のウェブサイトを情報システムグループ管理サーバーへ移行した。
- ・長期間の宇宙天気予報データを用いて、予報精度の評価を実施し、電離圏擾乱の基準を策定した。

**3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務**

- ・機構法第14条第1項第5号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施し、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献した(校正件数38件)。利用者の利便性向上のため、校正申請手続きや手数料の詳細を記載したWEBページの改修・更新を継続的に実施した。
- ・無線用測定器等の校正及び無線機器試験に関し、詳細手順や不確かさ評価結果などを「情報通信研究機構研究報告」、「Journal of NICT」として執筆・刊行し、国内外に向けて技術・ノウハウを公開することで、我が国における関連技術の向上に貢献した。

1-(2)宇宙環境計測技術に含めて自己評価

機構法第14条第1項第4号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。

1-(4)電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)に含めて自己評価

機構法第14条第1項第5号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。

<p>これらの業務は、社会経済活動を根底から支えている重要な業務であり、継続的かつ安定的に実施するものとする。本業務は、「1. ICT分野の基底的・基盤的な研究開発等」における研究開発課題の一定の事業等のまとまりに含まれるものとし、評価については、別紙2に掲げる評価軸及び指標を用いて、研究開発課題と併せて実施する。</p>						
--	--	--	--	--	--	--

<p>4. その他参考情報</p>
<p>(諸事情の変化等評価に関連して参考となるような情報について記載)</p>





## 様式 2-1-2 国立研究開発法人 年度評価 総合評価様式

1. 全体の評価						
評価 (S、A、B、C、D)	A	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
		A				
評価に至った理由	(上記評価に至った理由を記載) 研究開発業務に係る項目別評価では全16項目の評価の内訳はS:2、A:9、B:5、それ以外の業務については全5項目の評価は全てBであり、平成27年度については「研究開発成果の最大化」に向け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。また、適正、効果的かつ効率的な業務運営がなされている。					

2. 法人全体に対する評価	
(各項目別評価、法人全体としての業務運営状況等を踏まえ、国立研究開発法人の「研究開発成果の最大化」に向けた法人全体の評価を記述。その際、法人全体の信用を失墜させる事象や外部要因など、法人全体の評価に特に大きな影響を与える事項その他法人全体の単位で評価すべき事項、災害対応など、目標、計画になく項目別評価に反映されていない事項などについても適切に記載)	
研究開発業務に関する評価はS:1、A:3、B:2であり、それ以外の業務に関する評価は全てBであり、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出や将来的な成果の創出の期待、適正、効果的かつ能率的な業務運営がなされている。	
研究開発に関しては、センシング基盤分野、統合ICT基盤分野、データ利活用分野、サイバーセキュリティ基盤分野、フロンティア研究分野の5つの分野の基礎的・基盤的な研究開発を行うとともに、研究開発成果を最大化するための業務を行った。それぞれの分野等における顕著な成果等を生み出したものとしては以下のようなものが考えられる。	
センシング基盤分野では、世界で初めて光時計に基づく精度16桁の時系信号を半年に渡り連続生成することに成功し、光標準による実用的な連続時系の構築に先鞭をつけた。	
統合ICT基盤分野では、世界最大のコア数のマルチコア一括光スイッチを実装し、また、マルチコアファイバにおける非線形光学効果に起因したコア間クロストークの影響を実験的に評価することに世界で初めて成功した。	
データ利活用基盤分野では、これまでにない対話型での質問自動生成技術を開発した。また、対災害SNS情報分析システムが熊本地震の被災者支援に活用され、民間企業へ技術移転した。	
サイバーセキュリティ分野では、攻撃者を誘引する企業サイズの模擬環境を現実レベルで生成する性能を実現し、攻撃者の長期誘導性能を実証する基盤の試験的な運用を開始し、サイバーセキュリティ人材育成にも貢献している。	
フロンティア研究分野では、世界最高のガラス転移温度205°Cの超高耐熱E0ポリマーの開発に成功した。	
研究開発成果を最大化するための業務では、テストベッドの窓口の一元化や契約手続きの簡素化等を行うことにより、機構内外の利用者にとって有益な技術実証・社会実証につながっている。	
業務運営では、一般管理費及び事業費の合計について、前年度比1.1%以上(3.6億円:約1.3%)の効率化を達成するとともに、オープンイノベーション創出に向けて産学官連携の強化を促進するため、組織設置・再編の検討・立案を行った。	

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等	
(項目別評価で指摘した主な課題、改善事項等で、翌年度以降のフォローアップが必要な事項等を記載。中長期計画及び現時点の年度計画の変更が必要となる事項があれば必ず記載。項目別評価で示された主な助言、警告等があれば記載)	

4. その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	(研究開発に関する審議会の主な意見などについて記載)  各研究開発においては、科学的な意義のある成果を多数生み出していることから、オープンイノベーション推進本部において、その貴重な成果を科学的な意義の中に留めず、実社会・産業に活かしていく努力を各研究室や産業界等と連携しながら積極的かつ継続的に行っていただきたい。また、今後、その途上で得られる社会実装上の要求条件を適切に研究計画に反

	映したり、他分野にも展開するといった取り組みについても進めていただきたい。
監事の主な意見	(監事の意見で特に記載が必要な事項があれば記載)  機構の業務は、法令等に従い適正に実施され、また、中長期目標の着実な達成に向け効果的かつ効率的に実施されていたものと認められる。