

「次世代衛星基盤技術開発プロジェクト(衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発に係るもの)」

事後評価報告書(案)概要

目 次

分科会委員名簿 .....	1
プロジェクト概要 .....	2
評価概要(案) .....	6
評点結果 .....	9

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「次世代衛星基盤技術開発プロジェクト（衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発に係るもの）」（事後評価）

分科会委員名簿

（平成21年6月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	おおさか てつや 逢坂 哲彌	早稲田大学 理工学術院 教授
分科会長 代理	たかはし ふじのぶ 高橋 富士信	横浜国立大学 大学院 未来情報通信医療基盤センター 教授
委員	きむら しんいち 木村 真一	東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 准教授
	さかい てつお 境 哲男	独立行政法人産業技術総合研究所 ユビキタスエネルギー研究部門 電池システム研究グループ長
	ふじわら てるお 藤原 暉雄	株式会社翔エンジニアリング 取締役
	よしの あきら 吉野 彰	旭化成株式会社 吉野研究室 室長

敬称略、五十音順

事務局：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価広報部

## プロジェクト概要

		作成日	平成 21 年 月 日
制度・施策（プログラム）名	エネルギーイノベーションプログラム／航空機・宇宙産業イノベーションプログラム		
事業（プロジェクト）名	次世代衛星基盤技術開発（衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発）	プロジェクト番号	P03001
担当推進部/担当者	機械システム技術開発部/北村 斉		
0. 事業の概要	<p>国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力強化を図るため、準天頂衛星システムを初めとする次世代衛星の高度化、ミッションの大型化・高度化による消費電力の増大および軽量化、長寿命化等に対処するために不可欠な、衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術として、大容量化、高密度化及び高信頼性の開発を行う。</p> <p>さらに、地球温暖化を防止すべく二酸化炭素の排出削減が大いに期待される燃料電池自動車等の電気系自動車について効率等の更なる向上を実現するとともに、蓄電技術の用途拡大を促進するために、蓄電池の中で最も高いエネルギー効率を持つ高出力・長寿命のリチウムイオン電池の開発を実施する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>次世代衛星ではミッションの大型化にともない、従来の衛星より大型・大電力のミッション機器の搭載及び長寿命化が要求されている。これに対し、従来型バッテリーを使った場合、バッテリーが占める容積が大型化し衛星構体の排熱面確保に制約を与えるとともに、バッテリーだけでミッション機器質量に近い質量となることから小型かつ軽量で大容量・長寿命なリチウムイオンバッテリーの実現が求められている。特に、総務省、文部科学省、国土交通省、経済産業省の4省連携のもとに研究開発が進められている準天頂衛星システムを実現するためには、この高性能のリチウムイオンバッテリーが不可欠であり、そのため準天頂衛星システム開発との連携を図りつつ開発を推進することが必要である。</p> <p>リチウムイオンバッテリーは、そもそも従来のニッケルカドミウムバッテリー等に比べエネルギー密度が高く、単位エネルギーあたりの質量を1/2、体積を1/3、に抑えることができることから、携帯電話やパーソナルコンピュータ等の小型軽量バッテリーとしての利用が拡大しつつあるが小型のものが中心であった。航空機・宇宙産業イノベーションプログラム（旧宇宙産業高度化基盤技術プログラム）における本研究開発は、この特色を生かしたまま大容量化・長寿命化のリチウムイオンバッテリーを実現するもので、その成果は航空機、高速車両、電気系自動車等の輸送機器の軽量化・効率化に繋がることから、輸送系のエネルギー使用効率の向上への寄与も期待されている。</p> <p>さらに、21世紀に向けて、化石エネルギーの高効率利用、石油代替エネルギーの導入促進は、わが国のエネルギー政策の重要な柱であり、また窒素酸化物（NOx）等環境汚染物質低減などの環境問題への貢献も強く求められている。石油代替、省エネルギーの促進及び環境保全の観点から、また、我が国の産業競争力強化及び新規産業創出の観点から、燃料電池自動車を中心とするクリーンエネルギー自動車の技術開発及び導入促進は喫緊の課題である。燃料電池は、ガソリンエンジンより十分高効率であり、特に低負荷域で最大の効率を示すという特性を持つ。エネルギーイノベーションプログラムにおける本研究開発は、その燃料電池車の高効率性を最大限に生かすために、加速時等における高負荷時の駆動出力のサポートや制動時の回生エネルギーを効率よく利用するための必要不可欠な蓄電技術の確立を目指すものである。</p> <p>よって本研究開発はエネルギーイノベーションプログラム及び航空機・宇宙産業イノベーションプログラムの目的達成に寄与するものである。</p>		

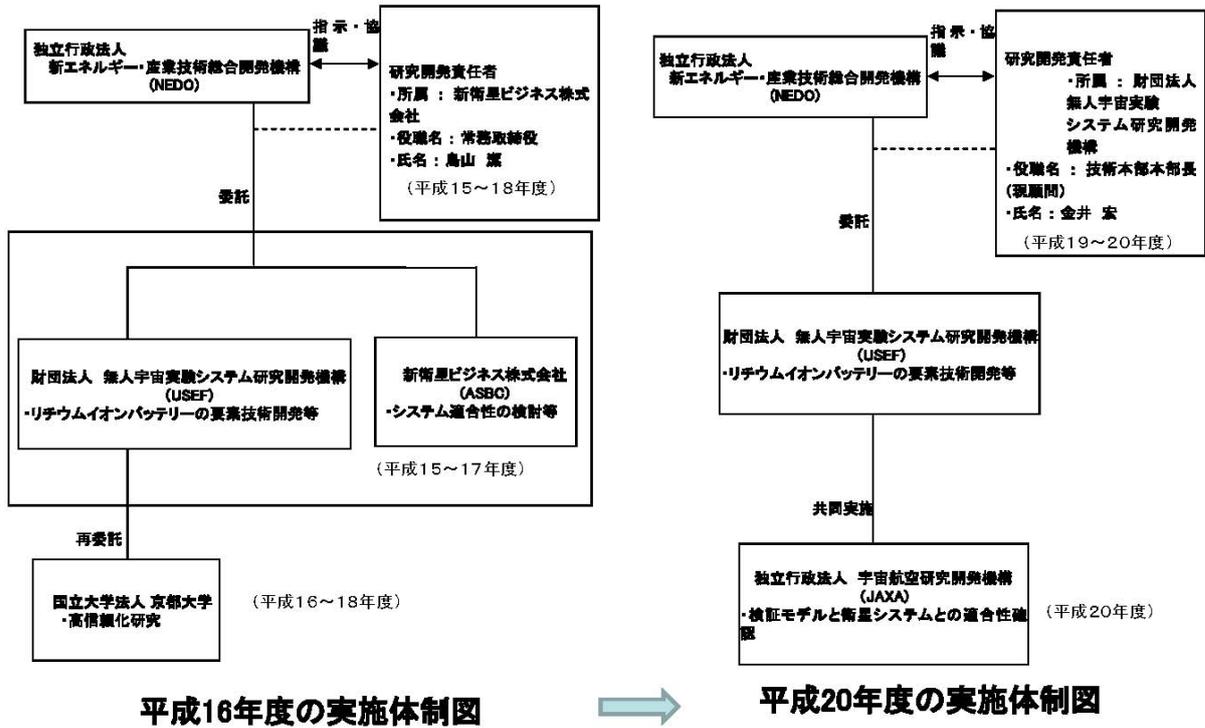
## II. 研究開発マネジメントについて

<b>事業の目標</b>	<p>準天頂衛星システムを初めとする次世代衛星の産業競争力強化にも直結する衛星の高度化、長寿命化等に関する基盤技術として、衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発を行う。</p> <p>具体的には、エネルギー密度 120Wh/kg 以上、電力容量 30kWh 以上、質量 250kg 以下、寿命 15 年以上の性能を有するリチウムイオンバッテリー技術を開発する。</p>								
<b>事業の計画内容</b>	主な実施事項	FY15	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20	/	
	1.リチウムイオンバッテリーの開発								→
	2.大容量・高密度化技術の開発								→
	3.高信頼性化技術の開発								→
	4.基盤技術調査研究				→				
5.次世代衛星技術等の調査検討								→	
<b>開発予算</b> (会計・勘定別に事業費の実績額を記載)(単位:百万円)	会計・勘定	FY15	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20	総額	
	一般会計	0	0	0	0	0	0	0	
	特別会計 <small>(電多・高度化・石油の別)</small>	649	569	984	469	622	52	3,345	
	総予算額	649	569	984	469	622	52	3,345	
<b>開発体制</b>	経産省担当原課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課							
	プロジェクトリーダー	財団法人 無人宇宙実験システム研究開発機構 顧問 金井 宏 (平成 19 年度～平成 20 年度) 新衛星ビジネス株式会社 上席常務 鳥山 潔 (平成 15 年度～平成 18 年度)							
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	委託先 : 財団法人 無人宇宙実験システム研究開発機構 新衛星ビジネス株式会社 (平成 15 年度～平成 17 年度) 再委託先 : 国立大学法人 京都大学 (平成 16 年度～平成 18 年度) 共同実施先 : 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 (平成 20 年度)							

<p>情勢変化への対応</p>	<p>準天頂衛星システムに関連する研究開発については、総務省、文部科学省、国土交通省、経済産業省の4省連携のもとに準天頂衛星システム開発側との連携を図りながら本研究開発を実施することとし、準天頂衛星システムに係わる関係府省庁連絡会議、準天頂衛星システム開発・利用推進協議会、技術調整ワーキング部会に参加すると共に、計画を推進する新衛星ビジネス株式会社との連携を密にし、本研究開発と準天頂衛星システムとの整合性を図って来た。外部環境の変化によりASBCが準天頂衛星の事業計画を見直した結果、放送・通信事業を含んだ計画から測位事業に専念した計画に変更することを表明した。これを受けて平成18年3月31日の「測位・地理情報システム等推進会議」において平成18年度から官主導による計画遂行が決定され、準天頂衛星のとりまとめが新衛星ビジネス株式会社から独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)に変わった。また、経済産業省が進める研究開発項目①衛星構体の高排熱型熱制御技術開発、②次世代イオンエンジン技術開発、③測位用擬似時計技術開発、④異種材料を含む大型構造体用複合材料製造設計技術開発とも連携を図り、かつ衛星システムを取りまとめているJAXAと連携を図りながら本研究開発を推進した。</p>					
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>バッテリーの最終目標である、エネルギー密度：120wh/kg 以上、電力容量：30kWh以上、質量250kg以下、寿命15年以上を達成した。</p> <table border="1" data-bbox="491 763 1434 840"> <tr> <td data-bbox="491 763 683 801"> <p>投稿論文</p> </td> <td data-bbox="683 763 1434 801"> <p>「査読付き」 21件、「その他」 58件</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 801 683 840"> <p>特許</p> </td> <td data-bbox="683 801 1434 840"> <p>「出願済」3件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願 1件）</p> </td> </tr> </table>		<p>投稿論文</p>	<p>「査読付き」 21件、「その他」 58件</p>	<p>特許</p>	<p>「出願済」3件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願 1件）</p>
<p>投稿論文</p>	<p>「査読付き」 21件、「その他」 58件</p>					
<p>特許</p>	<p>「出願済」3件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願 1件）</p>					
<p>Ⅳ. 実用化,事業化について</p>	<p>準天頂測位衛星の初期フェーズでの実証により衛星としての実績を積み、実用化・事業化を展開する予定である。また、平成20年度に海外衛星メーカーから商用衛星用リチウムイオンバッテリーとして第1号の受注を果たし、事業化の緒に就いている。</p>					
<p>Ⅴ. 評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>平成14年度実施</p>				
	<p>中間評価以降</p>	<p>平成17年度 中間評価実施 平成21年度 事後評価実施予定</p>				
<p>Ⅵ. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p>	<p>平成15年3月 作成</p>				
	<p>変更履歴</p>	<p>(1)平成16年3月 研究開発項目の一部が経済産業省直轄になったことに伴い改訂。  (2)平成16年6月 研究開発の具体的内容に調査研究を行うことを追加したことに伴い改訂。  (3)平成17年3月 中間及び最終目標値について、単位及び項目を適正な文言に改訂。  (4)平成19年4月 プロジェクトリーダー交代に伴い、改訂。  (5)平成20年3月 実施期間延長に伴い改訂。  (6)平成20年7月 イノベーションプログラム基本計画制定により改訂</p>				

「次世代衛星基盤技術開発プロジェクト（衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発に係るもの）」

全体の研究開発実施体制



# 「次世代衛星基盤技術開発プロジェクト（衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発に係るもの）」（事後評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総論

#### 1) 総合評価

電池は半導体に次ぐ次世代の産業のコメといわれており、日本が世界的に技術的優位性を持つリチウムイオンバッテリーを最先端の宇宙応用に適用することは国益にかなうものであり、意義は大きく評価に値する。衛星用電池は、研究開発のリスクが大きく、国家プロジェクトで実施したことは妥当である。世界最高水準の衛星搭載用リチウムイオン電池を完成して、実際に衛星で運用される実用化レベルまで到達し、次の事業化を見据えた展開を準備していることは大きな成果であり、評価できる。この分野での事業化の可能性は高いと判断できる。

一方で、宇宙用バッテリーは用途としては比較的特殊であり、また市場規模も決して大きいとは言えないので、エネルギー関連等他用途への波及が望まれる。

#### 2) 今後に対する提言

まずは、公共性の高い準天頂衛星を早期に実現し衛星搭載用のバッテリーとしてのシェア確保への展開を進めることが第一義であるが、今後、市場競争が激しくなることが予想される中で、技術、信頼性のみでなく、コストを十分に他とは差別化できる展開が望ましい。より低コストで国際競争力のある新技術の開発が求められる。また、研究開発の進展の速いリチウムイオン電池の実情に合わせて、認定試験の期間の短縮や衛星用電池認定基準を設けることなども検討する必要がある。さらに、衛星の打ち上げ後の無重力状態での電池の挙動や放射線の影響についても監視と追跡調査が望まれる。

### 2. 各論

#### 1) 事業の位置付け・必要性について

衛星そのものが公共性の高いものであり、特に国策として進めるべき事業である。また、非常に高い信頼性が要求される衛星搭載機器は開発リスクが高いため、民間単独で技術開発に資金投資することは甚だ困難である。先端的な新型電池開発でNEDOは強力な司令塔としての役割を果たすことを国民から求められており、NEDOが当該技術の研究開発に関与することは妥当である。

一方で、国際競争の面で知財保護の強化や更なる高性能化と低コスト化が求められる。大容量宇宙用バッテリーは実用衛星等を対象として一定の市場が見込まれるが、その規模は大きいとはいえない。電気自動車等、他分野への技術波及も考慮し、エネルギー関連技術政策全体、あるいは、ナショナルセキュリティ的な観点なども合わせて、世界的な戦略の中でロードマップを描く必要がある。

## 2) 研究開発マネジメントについて

内外の技術動向から考えて、静止実用衛星を対象としたエネルギー密度  $170\text{Wh/kg}$  のバッテリーという明確な目標が設定され妥当であり、開発計画もほぼ適切である。事業体制は妥当であり、情勢変化への対応についても概ね妥当である。

一方で、今回開発された衛星搭載用リチウムイオン電池は、携帯機器用に利用されている従来技術をベースにしており、新興国の追い上げの激しい中、独自技術を開発するマネジメントが求められる。また、温度条件等従来の静止衛星条件で開発される本技術の他分野への波及範囲が限定されるが、温度条件を広げることで衛星の熱設計が楽になり、バッテリーとしても極めて魅力的になり競争力が増すことが期待できる。基盤技術の開発に関しては、衛星用電池の開発との関連性、必然性が理解しにくい。

## 3) 研究開発成果について

設定した目標は全て達成しており、技術的には極めて高い水準を実現している。要素技術だけでなく、バイパススイッチや過電圧保護回路をはじめとするシステム全体として高い信頼性を実現するシステム化技術を確立し、次世代大型衛星用としてのバッテリー技術が概ね完成したことは高く評価できる。 $174\text{Wh/kg}$  のエネルギー密度を有する本バッテリー技術は、現時点で世界トップクラスの十分に差別化できる技術である。この優位性を今後も維持し、市場拡大に向けて、世界の衛星搭載電池はこころしかない、というような上手な戦略展開が望まれる。

一方で、成果の汎用性はやや不足しており、電気自動車分野等への技術波及を積極的に推進するために、習得された技術を汎用化してより広く活用するために、例えば、膨大な電池性能測定データを体系的に整理して、技術資料・データベースとして活用することを検討すべきである。また、国際競争の観点から国産の独自技術の開発、特に、電池材料、電池内部構造などの面での新技術の創出が望まれる。コスト面でも差別化ができるよう継続的な努力が必要である。成果発表等が少ないが、“ノウハウ”的部分をブラックボックスにして、特

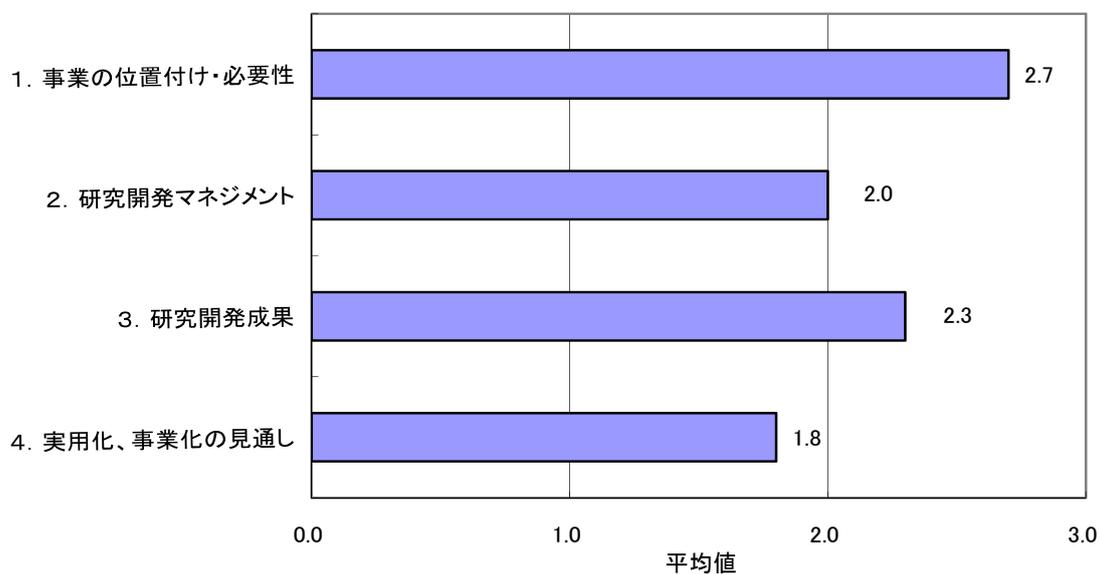
許、投稿論文、プレス発表等、一般的な成果の普及に加えて、顧客への直接的な普及活動も積極的に推進されることを期待する。本事業成果をテレビなどマスコミに売り込むことも必要である。

#### 4) 実用化、事業化の見通しについて

準天頂衛星搭載予定であることから、実用化のめどは立っているといえる。また、開発されたバッテリーの **First Sale** が行われており、大型商業衛星分野での事業化の可能性が高くなっている。低コスト化が可能であれば自動車分野での実用化に波及効果が期待される。

一方で、今後人工衛星のバッテリー市場において一定の市場を確保するためには、強力なコンペティターがいるだけに、機能性能だけでなく、コストが重要な要因となってくることが予想される。今後、民生用電池の品質管理手法なども取り入れ、必要な品質を維持しながら低コスト化を図ることが、国際競争において是非とも必要である。さらに、人工衛星市場は必ずしも大きいとはいえないので、本開発において獲得された技術をより広い対象に応用する必要があるが、現状、適用分野が識別されるに止まっており、更に掘り下げた検討により、波及に向けた絞り込みを行うことが必要である。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.7	A	A	A	A	B	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.0	A	A	B	B	C	C
3. 研究開発成果について	2.3	A	A	B	B	B	B
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.8	A	C	B	B	B	C

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D