

ロバストなビッグデータ利活用基盤技術の研究開発 R&D for fundamental technology for use of robust big data

代表研究責任者 北林巧巳 株式会社 S k e e d
研究開発期間 平成 25 年度

【Abstract】

This public-private partnership project was planned and carried through to develop innovative and unprecedented infrastructure software technology and attempt it to enter the emerging “Big Data” and “IoT” market with new services for the purpose of Japan global competitiveness enhancement in this arena. This infrastructure software is composed of autonomous decentralized network, storage and processing technology, which has no master control node. It is designed and implemented to work autonomous and collaborative on several millions of nodes (assuming most of them are commodity devices) which connect to each other over the IP overlay network. Network routing among devices is configured autonomously and dynamically. Data is decentrally-stored reliable and secure with no merely the data fragmentation and encryption, but will be applicable for the anonymous. A wide field of application will adopt and enjoy its unsurpassed robustness and cost competitiveness, such as healthcare, ITS, FA with sensor network, smart community, etc.

1 研究開発体制

- 代表研究責任者 北林巧巳（株式会社 S k e e d）
- 研究分担者 飯澤徹平（株式会社 S k e e d）
神武直彦（慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科）
嶋田大輔（株式会社 S k e e d）
- 総合ビジネスプロデューサ 明石昌也（株式会社 S k e e d）
- ビジネスプロデューサ 宮島恒敏（株式会社 S k e e d）
八田斉昭（株式会社 S k e e d）
- 研究開発期間 平成 25 年度
- 研究開発予算 総額 98 百万円
(内訳)

平成 25 年度
98 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

センサやスマートフォン等から集まる多種多量データ（ビッグデータ）の利活用による新市場の創出が期待されているところであるが、ビッグデータのトラヒックは大規模であるだけでなく、広域で常時発生する、局所的に予測困難な変動が発生するなどの、従来想定していなかった特徴を有しているため、ネットワークがこれらの特徴に柔軟に対応しながらビッグデータの流通を支えることを可能とするための研究開発が求められている。

ビッグデータが流通するネットワークを構成するエンドノードや通信経路への負荷の集中を回避し、トラヒックを分散させるようネットワークの各エンドノードが自律的に通信経路を設定する技術や、多数のエンドノードのリソースを連携させてデータを蓄積、処理する技術等のビッグデータの利活用基盤技術の確立が求められる。

本研究開発では、こうした課題を解決し高い信頼性、安定性を確保した高効率なビッグデータ流通を支える基盤技術を開発することで、新サービス市場の創出及び同市場における我が国の国際競争力の強化を目指す。

3 研究開発成果（アウトプット）

本研究開発では自律分散型ネットワーク構築技術、自律分散ストレージ構築技術、自律分散処理技術を組合せ「ロバストなビッグデータ利活用基盤」を実現した。

本研究開発対象である「ロバストなビッグデータ利活用基盤」を構成する「自律分散処理」は「自律分散ストレージ」上のデータを操作対象とし、「自律分散ストレージ」と「自律分散処理」における通信は「自律分散型ネットワーク」を用いて行うこととした。

提案時の代表研究責任者であった金子勇の死去によって、研究開発体制の大幅な変更を余儀なくされた。研究開発における骨子となる部分については他の研究者との共有が出来ていたため、北林巧巳が後任を務める事となった。北林に割り振られていた作業についても同様に作業の分担を見直す必要があり、最終的には大半の研究員のスケジュールを見直す必要があった。

見直しに際しては、各研究開発のピークが重ならないように工夫するとともに各研究開発の依存関係に従

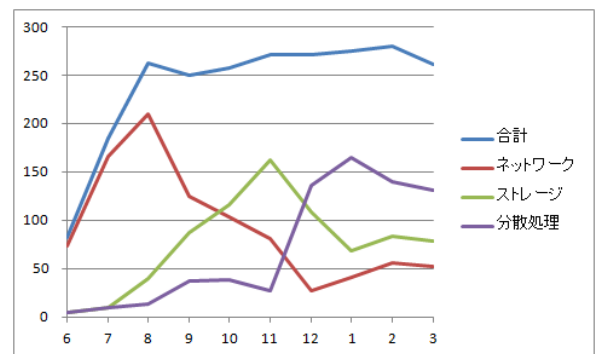


図1 工数推移（時）

って研究開発時期と人員配分の計画を行った。これにより必要な工数の増加を最小限に抑えた。（図1）また、複数の研究開発に従事することとなった研究員には、従事する研究開発間に継続性が有るものになるよう作業項目を調整し、再学習や意思疎通に関わるコストを最小限に抑えた。

研究開発で大量の機材を必要とする大規模実験については、JGN-Xを利用して行う計画であったが、ネットワークは利用できるものの計算機施設については充分な量を借りることは出来なかった。計画した試験を実機で行うためには200台程度の検証用機材を準備する必要があったが、これは予定を大幅に超える調達を必要とした（表1）為、大規模検証テストベッドであるStarBED3の利用を検討した。結果としてStarBED3の利用は有効かつ現実的であると判断し、実際に使用して大規模実験を行った。

本研究開発における技術課題を通して必要な要素技術として、エンドノード間での自律的な役割分担がある。自律的な役割分担を実現するため、個々のエンドノードが自己評価と相互評価を行なう必要が生じた。技術課題毎に要求される評価基準は異なるが共有される機能としてエンドノード評価機能の研究開発を行った。評価基準とする情報をエンドノード実行環境から収集・設定し利用するよう設計し、試験用アプリケーションでは、試験環境上で個々のエンドノードに差異をつけるために評価基準とする情報を動作時に外部から設定可能とした。(表 2)

表 1 検証環境費用比較

	単価 (概算・万円)	数量	小計 (万円)	合計 (万円)
購入した場合	検証用機材：80	200 台	16,000	16,000
	通信費：0	1 式	0	
StarBED ³ 利用時	検証用機材：0	200 台	0	10
	通信費：10	1 式	10	
差額				15,990

表 2 エンドノード評価基準

情報	評価対象
連続稼働時間	全般
接続エンドノード数	自律分散型ネットワーク
接続ネットワークセグメント数	自律分散型ネットワーク
提供可能なストレージ容量	自律分散ストレージ
提供可能な処理能力	自律分散処理

3. 1 自律分散型ネットワーク構築技術

数百から数百万エンドノードまでのネットワーク規模で、自律分散型ネットワークの構築に要する時間を 5 秒以内とする。また、エンドノード数の 50%の増減が発生した場合や、ネットワーク経路の半数程度の切断などの変化が発生した場合でも、自律分散型ネットワークの再構築に要する時間を 3 秒以内とする。

自律分散型ネットワークの構成要素であるエンドノードは、連続稼働時間や通信速度、他のエンドノードとの接続数等を元にした自己評価及び相対評価によって上下の二層からなる自律分散型ネットワークのどちらかの層に配置される。また、上下の層を繋ぐため、上下両方の層に属するエンドノードが一定の割合で確保されるよう調整を行った。加えて、近傍のエンドノードをグループ化することでグループ内とグループ間での通信制御を実現した。これらの組み合わせによって、自律分散型ネットワーク全体での通信量軽減を実現した。

グループ化された自律分散型ネットワークの一

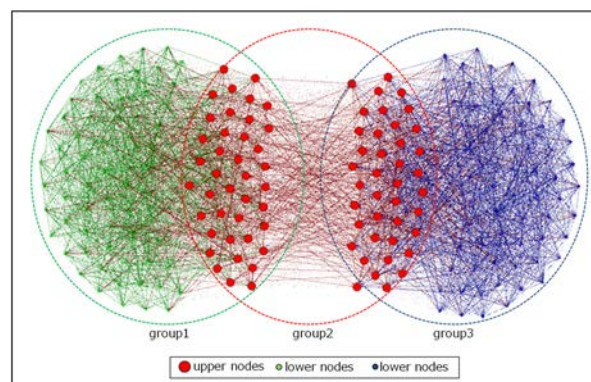


図 2

例を図 2、グループ化によって削減されたグループ内で通信量及び通信回数を図 3 に示す。

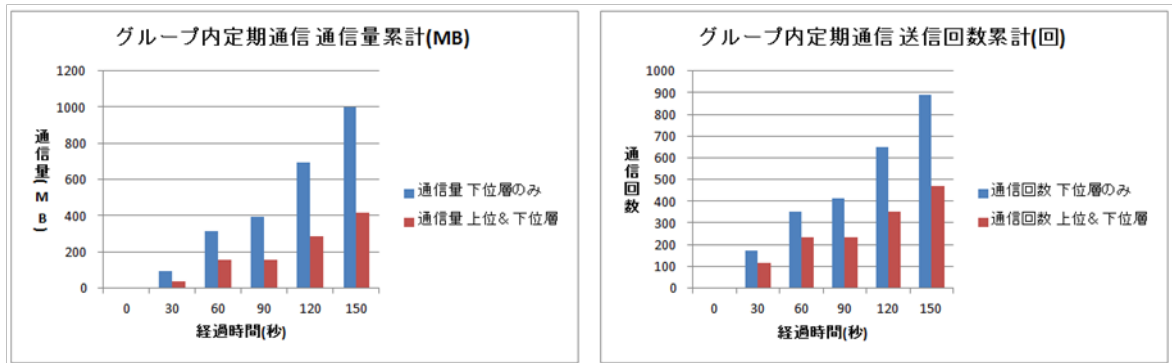


図 3

通信経路探索には各層に応じた複数の手法を採用することによってエンドノードの参加離脱によるネットワーク構成要素の変化や通信経路の変化等に対する対障害性を実現した。

自律分散型ネットワークを構成するエンドノードに 50%の増減が発生した場合等においても、自律分散型ネットワーク上に存在する任意の 2 点間での通信の到達性の担保と経路の探索にかかるコストの低減を実現した。

また、多数の無線端末同士がリンクの参入・離脱を繰り返しながら多対多で大量データをやり取りする状況において、各エンドノードが受信パケット数や送達遅延時間等を元に、自身の通信範囲内に存在するエンドノードの総数を自律的に推測するアルゴリズムを設計し、この推測アルゴリズムに基づき各エンドノードが送信に必要な送信時間（仮想スロット）を自律分散的に割り当てることにより、実効スループットを向上させることに成功した。また、小容量、かつ膨大なビッグデータを IP ネットワーク上で扱う際に課題となる制御ヘッダ部分のオーバーヘッドについて、パディングやスタッフィング技術により 1 パケット当たりの実効データ量の比率を向上させたこと、および前方誤り修正機能を加えて通信状況が不安定な無線通信環境においてもできるだけデータの再現性が上がるように設計した。

上記手法をネットワークシミュレータ上で再現した結果、一般的な無線 LAN アクセスポイントの接続数上限は最大でも 128 台程度であるのに対し、本提案手法ではその 10 倍の 1024 台でも通信が出来ることを確認（伝送速度を 6Mbps において 1024 台のときの 1 台当たりの平均伝送速度は 4kbps 程度）。また、無線アクセスポイントを介したインフラストラクチャモード（IEEE802.11 PCF）と比較して、本手法ではどの台数においても約 10 倍程度の実効スループットを実現していることを確認した。

これらの手法の組合せにより、エンドノードが自律分散型ネットワークへの新規接続に要する時間は 100 ノードで約 0.15 秒、400 ノードで約 0.7 秒となった。これらの実測値から 200 万ノード構成で新規接続に要する時間をシミュレーションし、約 0.7 秒に収束する結果を得た。これは 5 秒より短い結果となり、目標を達成した。

また、再接続についても同様に実測し 100 ノードで約 0.04 秒、400 ノードで約 0.4 秒となった。ここから 200 万ノード構成でネットワーク再接続に要する時間をシミュレーションし、約 0.4 秒に収束する結果を得た。これは 3 秒より短い結果となり、目標を達成した。

3. 2 自律分散ストレージ構築技術

データを蓄積するエンドノード数が 20%減少した場合でも蓄積されたデータの完全性を損なわず、

データの機密性を維持し、自律分散型ネットワーク全体のトラフィック偏在を生じさせないようデータの蓄積先を自律的に変更し、かつこれらデータを継続的に利用可能な自律分散ストレージを実現する。

なお、データの暗号化には CRYPTREC の電子政府推奨暗号など十分な安全性・信頼性が評価された暗号を用いるものとし、データを暗号化し分散蓄積するために必要な時間は、同サイズのデータを暗号化することなく当該エンドノードのみに保存するために必要な時間の 3 倍以内とする。また暗号化した蓄積データ百万件に対して検索を行った場合の処理応答時間を 1 秒以内とする。

自律分散ストレージの構成要素であるエンドノード間の通信は自律分散型ネットワーク層によって担保されるものとし、エンドノードの参加離脱による保存情報の欠損等への対策を主軸として本研究開発を実施した。

自律分散ストレージは連続稼働時間とストレージ容量を主としたエンドノード評価により上中下の 3 階層に分類し、最も評価の高いエンドノード群からなる上位層に構造化オーバーレイによる分散キーバリューストアを構築しデータの保存と検索の実行用、中位層には非構造化オーバーレイによるキャッシュ機構を構築することにより、自律分散ストレージ構築技術を実現した。また、最も評価の低い下層では検索結果と取得したデータのキャッシュを行い中層の補助に利用することで、保存・検索にかかる通信時間の短縮を実現した。

これにより、既存のデータセンタ集中型ストレージと比較してネットワークの構成変化と地理的に集中した障害による可用性の低下が少なく、構成エンドノード数を増加させることで取得・保存性能や容量が容易にスケールすることを特徴とした自律分散ストレージを実現した。StarBED³を利用した試験において 48 ノードを稼働させ、そのうちの 20%に相当する 10 ノードを一斉離脱させても、データが全て取得できることを確認した。

自律分散ストレージに保存される情報はキーとバリューに大別される。この内バリューは電子政府推奨暗号のひとつである AES をもちいて暗号化を施し保存することとし、キーは準同型暗号又は順列が保存される形式による難読化を施して保存することとした。キーの難読化形式については、データの利用者権限毎をもつグループ毎に設定可能とした。

これらの暗号化を施した上で、自律分散ストレージへのデータ保存速度は、ローカルストレージへの保存に 0.5~0.6ms を要するデータに対して 1.45 ms のレイテンシを記録し、目標の 3 倍以内に抑えることに成功した。

検索については、データ百万件を登録した状態からの検索処理で、問い合わせ先エンドノードからの応答時間が平均 0.2 秒となり、目標値の 1 秒以内を達成した。

自律分散ストレージを構成するエンドノード数は、エンドノードの 20%離脱による保存データの完全性には影響しない。しかしながら、自律分散ストレージを構成するエンドノード数がデータを保有するエンドノードへの到達性に影響を与えることが社内試験環境における小規模試験によって証明されたため、StarBED³を用いてエンドノード数増加に伴う自律分散ストレージ上のデータに対する検索の成功率及び検索・取得応答速度に付いての試験と試験結果を元にしたシミュレーションの結果、エンドノード数増加に伴う自律分散ストレージ上でのデータ検索・取得速度は 100 万台規模での運用が可能であることを示した。(図 5)

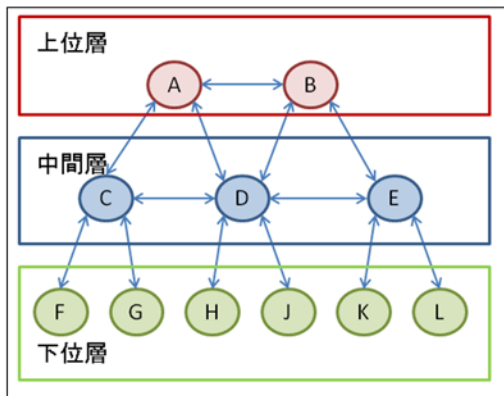


図 4 階層化のイメージ

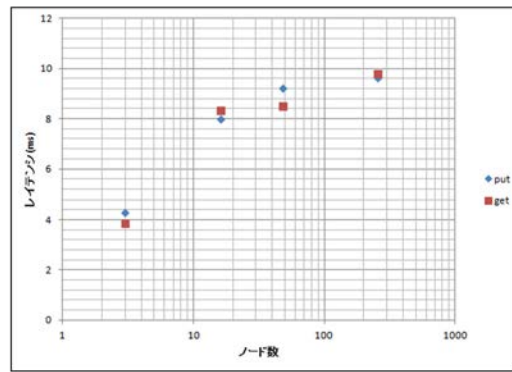


図 5 エンドノード数による
保存・取得速度の変化

3. 3 自律分散処理技術

データを処理するエンドノード数が増加した場合、その増加に応じて処理能力を向上させながら処理を継続し、処理中にエンドノード数が頻繁に変化する場合でも処理を完全に完了することが可能な自律分散処理技術を実現する。「3. 2 自律分散ストレージ構築技術」の到達目標で掲げた検索処理に分散処理技術を適用し、分散処理にかかるエンドノード間のメッセージとエンドノード内で処理中のデータを暗号化したまま、このデータの所有者が検索を完了する。

自律分散処理層を構成するエンドノード間での通信到達性は自律分散型ネットワークによって保証されているものとし、自律分散処理に関わるエンドノードの状態を監視し、利用可能なエンドノードの増と減少に応じて演算能力を中断させること無く自律的にスケールさせるための分散・多重化手法及び、データが暗号化・難読化された状態のままで基本的な計算・集計処理を実現目標とした。

エンドノードの参加や離脱が頻繁に起こる環境においてネットワークの構成変化に適応できる分散処理技術として、エンドノードが自律的に判断した演算性能を元にエンドノード群を3階層に分類し、最も演算性能の高い階層の中から演算全体を管理するエンドノードとそれをホットスタンバイ方式でバックアップするエンドノードを選出する手法を開発した。管理エンドノードは演算全体を小単位に分割して処理担当エンドノードに割り当て進捗管理を行う。演算中にネットワークに参加したエンドノードに対しては新たに演算小単位を割り当て、演算中にネットワークから離脱したエンドノードに対してはその代役を別のエンドノードに任せることでネットワーク構成変化に適応する。これらの手法を組み合わせることで、参加するエンドノード数の増加に伴って処理性能が向上し、エンドノード数の変化が頻繁な環境でも処理が完全に完了する分散処理技術を確立した。

また、本自律分散処理の特長として、処理毎に一時的な管理機構を構築するため、特定の管理機構を必要とせず、独立した複数の計算処理の同時実行が可能である。

分散処理を実行するエンドノードは、自律分散ストレージに保存されている計算可能な暗号化を施されたデータの中から処理対象となるデータを検索・取得し、計算処理の結果を自律分散ストレージに保存する。分散処理を管理または実行するエンドノード間のメッセージは自律分散型ネットワークの経路暗号化によって保護されている。また、データの機密性を確保したまま処理を実行するため、本研究開発で使用する数値データは自律分散型ストレージへの保存前に素数による乗算を行なうことによって計算処理可能な難読化を施すことで検索及び分散処理中のデータの保護を行った。また分散処理結果のデータも難読化された状態のまま保存され、処理結果の閲覧権をもつ利用者が処理結果を取得したのちに難読化は解除される。この難読化処理は試験環境の計算リソースを節約するために実施したものであり、準同型暗号への置き換えを想定している。

以上の機構の実現により、データ所有者が本分散処理を利用した検索を行う場合、暗号化が施されたまま処理を完了することが可能となった。

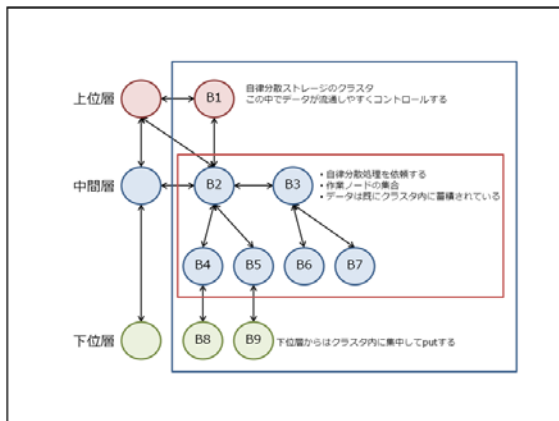


図 6 単一クラスタによる自律分散処理

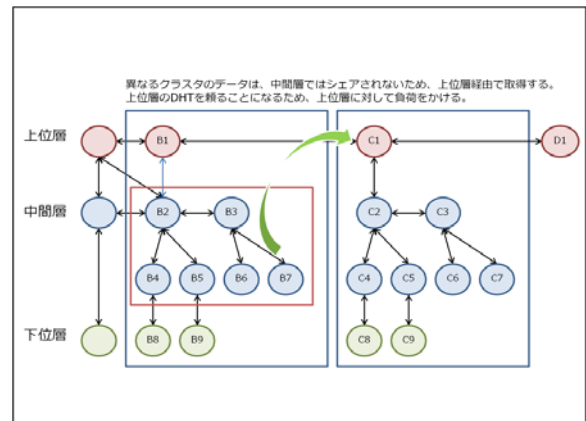


図 7 複数クラスタによる自律分散処理

4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

4. 1 アウトカム目標の確認

本事業のアウトカム達成のための事業ドメインについては、バリューチェーンの中で最も価値創出が見込まれると考えられるサービスイネーブラーを起点とした垂直統合モデルを志向している。

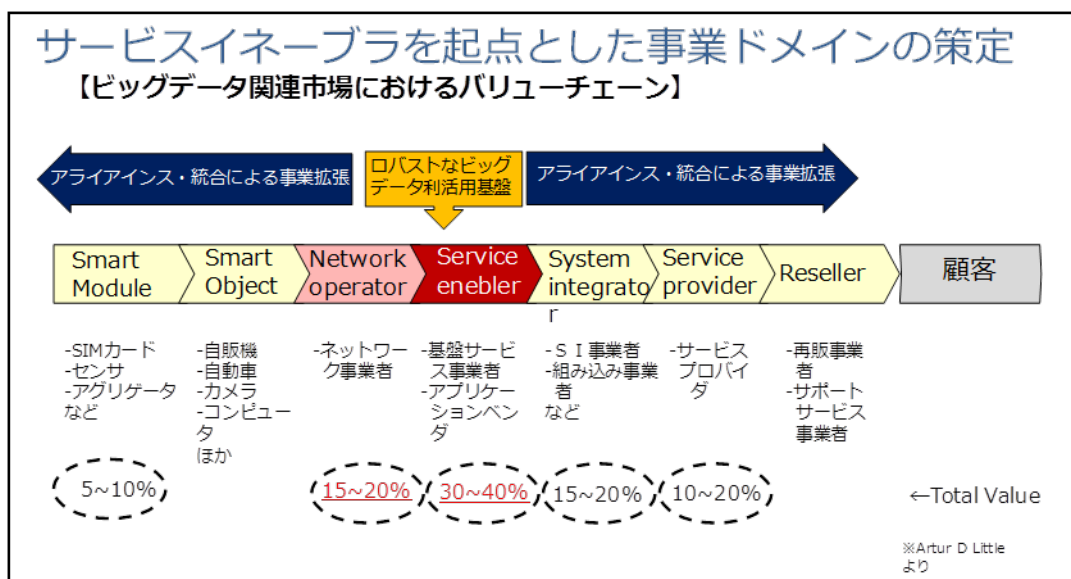


図 8

また、アウトカム目標達成に向けた全体活動において、本報告対象期間となる 2013 年度は基礎研究と位置付けており、この中での取組みが主となる。

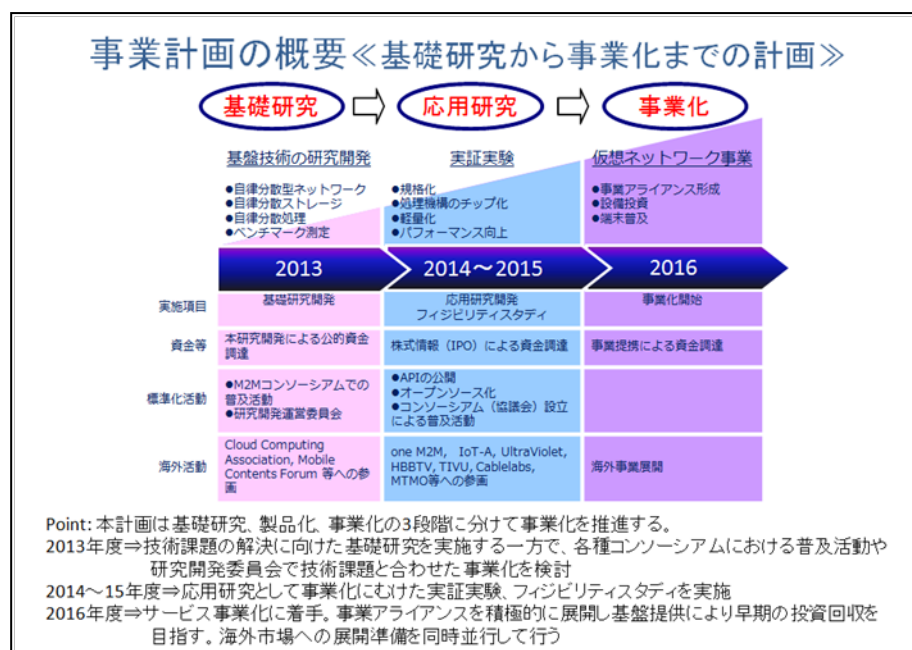


図 9

本研究開発の完了から 4 年以内の事業化を目標とし、具体的な事業化目標については当初より次のように設定している。

表 3

	目標
新サービス市場の創出	2016 年度：本基盤技術が用いられた新サービスの 1 件以上の創出 2020 年度：本基盤技術が用いられた新サービスの 10 件以上の創出
国際競争力強化	2016 年度：本基盤技術が用いられた新サービスの 1 カ国以上での創出 2020 年度：本基盤技術が用いられた新サービスの 10 カ国以上での創出／グローバル市場シェア 20%以上獲得

4. 2 体制

S k e e d が主体となり運営委員会を設置し、その下に事業化検討WG（ワークグループ）およびパートナーアライアンス SWG（サブワークグループ）を設け活動を行った。

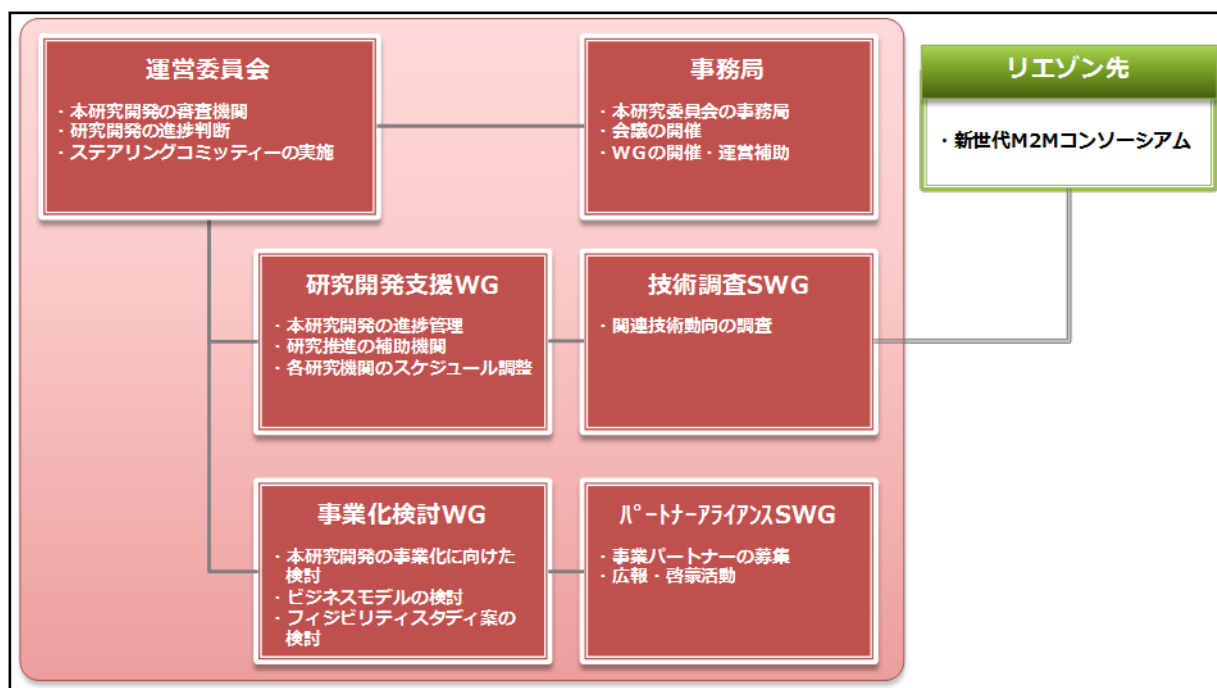


図 10

事業化に関するWG、SWGの主な活動内容は次の通り。

表 4

WG	活動内容
事業化検討WG	①本研究開発の事業化に向けた検討 ②ビジネスモデルの検討 ③フィジビリティスタディ案の検討
パートナーアライアンス SWG	①事業パートナーの募集 ②広報・啓蒙活動

4. 3 活動スケジュールおよび実施状況

以下は、2013 年度における研究開発をも含めた活動スケジュールの概要となるが、このうち、下段にあるビジネスモデル検討 WG（事業化検討 WG）が該当する。

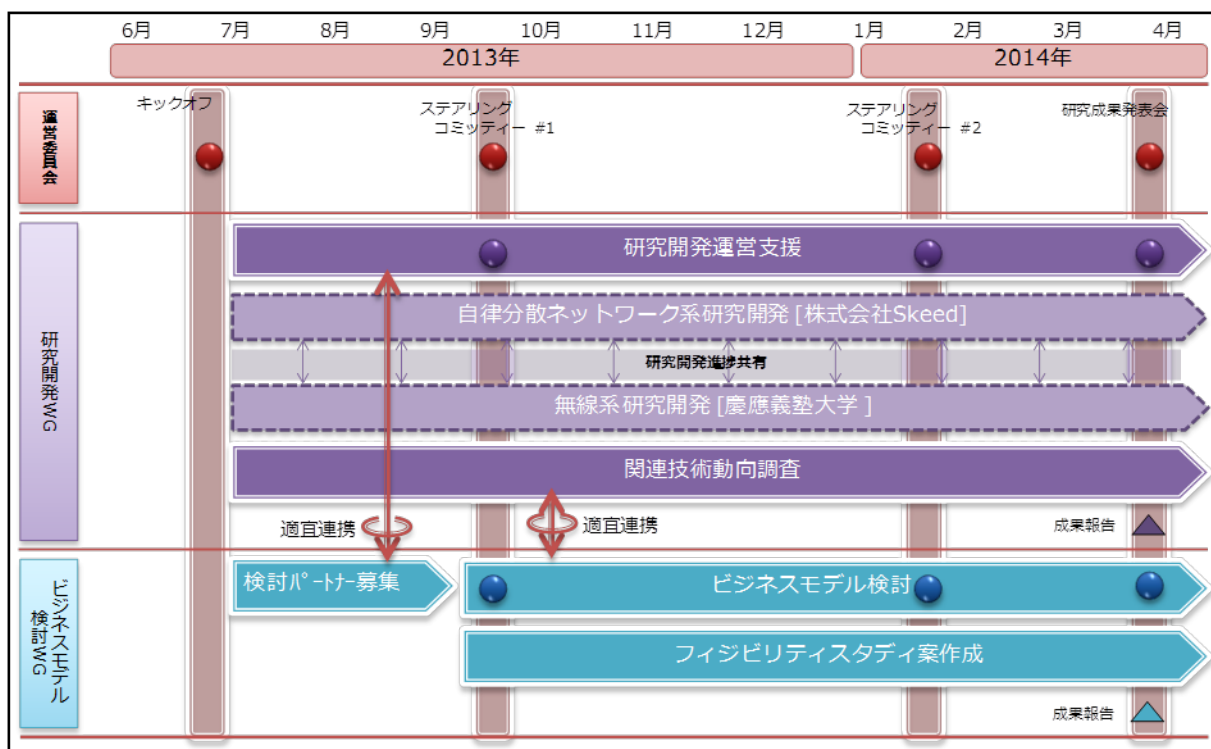


図 11

4. 3. 1 事業化検討 WG 会議の開催

表 5

開催日	第 1 回 WG 会議（2013 年 7 月 23 日（火））より、毎週火曜日定期開催
開催場所	株式会社 S k e e d 本社会議室
主な議題	《事業化検討》 ・ 本研究開発の事業化に向けた検討 ・ ビジネスモデルの検討 ・ フィジビリティスタディ案の検討 《パートナーアライアンス検討》 ・ 事業パートナーの募集活動の検討 ・ 広報・啓蒙活動の検討 《その他》 ・ 委員会の議事・運営の検討 ・ 研究開発進捗状況の確認 ・ その他
主な出席者	株式会社 S k e e d SCSK 株式会社

4. 3. 2 事業化検討

適用対象となる製品・サービスと、その効果とメリットについては以下のように多岐にわたる製品・

サービスが想定されるが、本開発においては自社およびアライアンスによるバリューチェーン構築が比較的容易なヘルスケア/ウェルネス分野を初期ターゲットとし、社会インフラ分野についてはその波及効果を視野に製品・サービス化の検討を進めることとした。

表 6

分野	対象製品・サービス	適用ケース	効果・メリット例
ヘルスケア/ ウェルネス	ヘルスケア	活動量計を搭載したウェアラブルデバイスによる健康維持・管理および医療サービスとの連携による未病	高齢者の QOL 向上 医療費の削減
	ペットケア	活動量計を搭載したウェアラブルデバイスによるペットの健康維持・管理および飼い主とのコミュニケーション促進	医療費の削減 高齢者の QOL 向上 犬猫殺処分の低減
	介護・見守り	活動量計を搭載したウェアラブルデバイスによる高齢者、乳幼児の介護・見守り支援および介護施設や保育施設における安心・安全の向上	女性の社会進出の促進 介護サービスの高付加価値化
	スマートハウス	ネットワーク家電や家庭内センサを活用した防犯、エコ・省エネ、家事支援。 ヘルスケア、ペットケア、介護・見守りサービスとの連携	女性の社会進出の促進 省エネ・省電力化の促進 高齢核家族世帯における QOL 向上
社会インフラ	災害・減災	災害時におけるネットワーク通信手段の確保。被災状況、避難誘導情報の伝達。センサを活用した災害予測の実現	災害時における損傷被害の軽減およびライフラインの強靱化
	I T S	車車間、車路間におけるセンサーレスプローブの実現による交通情報および有用情報の共有	交通渋滞の緩和 交通事故の低減
	FEMS/BEMS	プラント・工場・事業施設におけるデバイスやセンサを活用したインフラ管理、遠隔操作による自動化・省力化の実現、事前察知による事故防止。	企業の設備・インフラの効率的運用促進、安全対策および人件費抑制
	スマートシティ	コミュニティ内およびコミュニティ間における総合的な社会サービスの高度化およびインフラ（道路・建物、ライフライン）の強靱化。	地域社会の道路や建物をはじめとするインフラの再構築・維持コストを低減

4. 3. 3 主な事業案

①「災害時通信」

概要：

- ・ 慶應大学の研究成果である「WISH プロトコル」を利用して、WI-FI 接続の効率化を図った災害時のスマートフォン間通信
- ・ 緊急災害時の避難誘導や安否確認を、通信が輻輳した状態でも端末間を利用し堅牢に情報伝達する

今後の取組：

- ・ 神奈川県逗子市などを候補地とした、実証実験を企画



図 12 幼児向け安否確認活用例

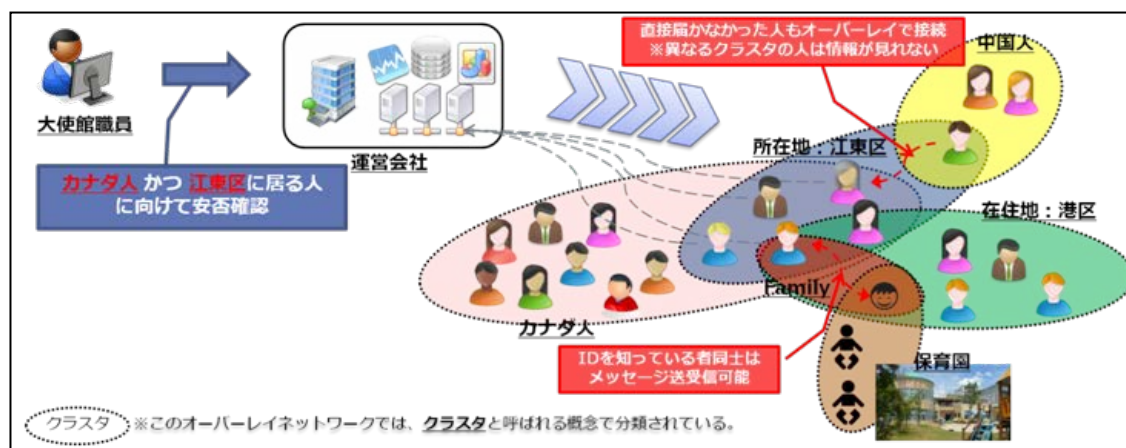


図 13 外国人向け安否確認活用例

②「ペット飼育支援サービス事業」

概要：

- ・ 生態ビッグデータ事業の 1 事業として位置付け、主要なペット（飼い犬、飼い猫）に向けた、位置情報や健康、活動状況を情報収集・分析しデータを飼い主に提供
- ・ 飼い主の QOL 向上やペット関連事業者に向けた広告事業なども展開

今後の取組：

- ・ 事業企画案を策定中

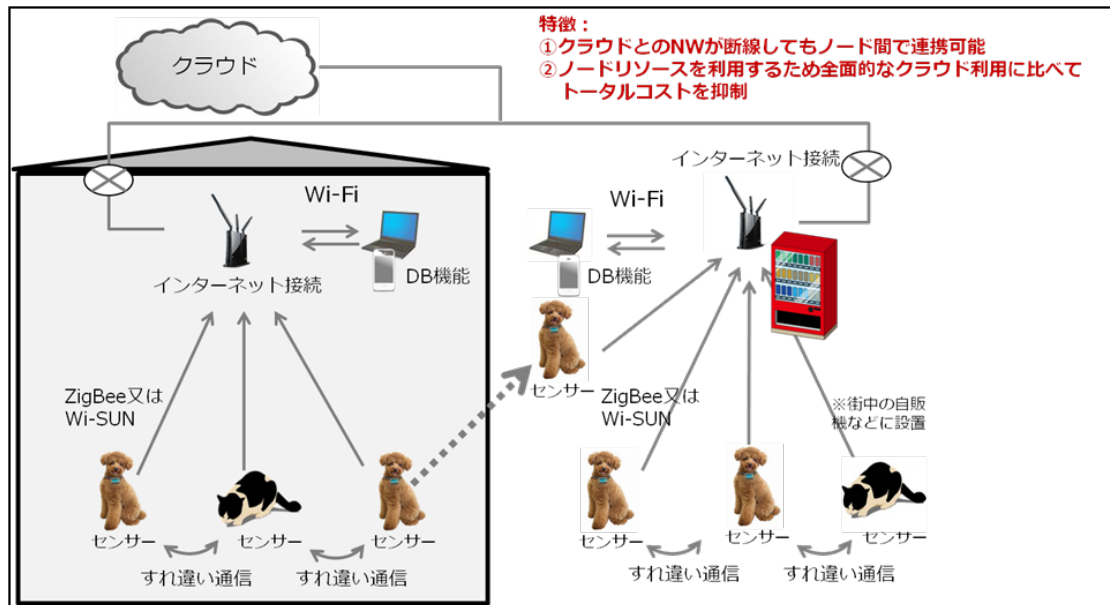


図 14 データフローの概要



図 15 ユーザ（飼い主）が閲覧・操作するブログ画面例

③「ITS 事業分野」

概要：

- ・ すれ違い通信に自律分散コンピューティングの技術を連携させた事業を構想
- ・ 平時の「リアルタイム交通情報（プローブ情報）」「観光情報ガイド」「店舗紹介クーポンサービス

ス」などをメニュー案として候補化

今後の取組：

- ・ 今後、神奈川県逗子市などを候補地とした、実証実験を企画

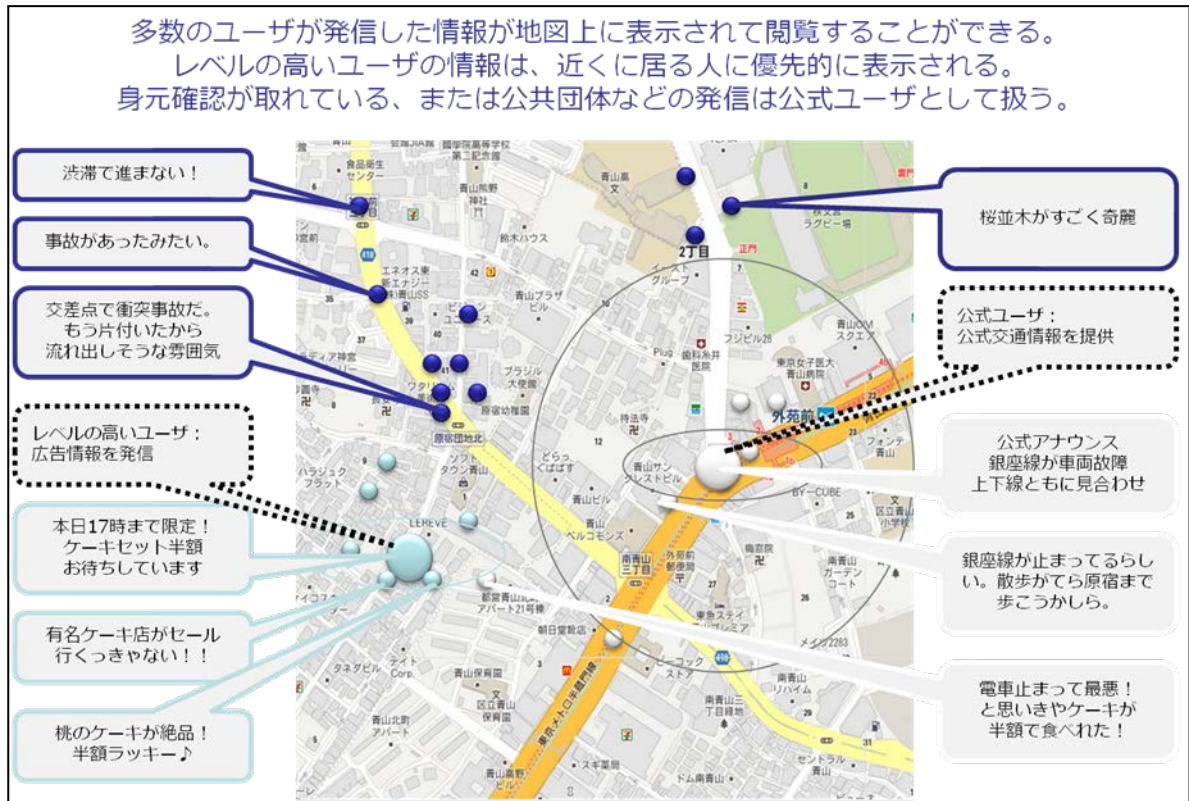


図 16 地図上にすれ違った多数のユーザが発信した情報を表示

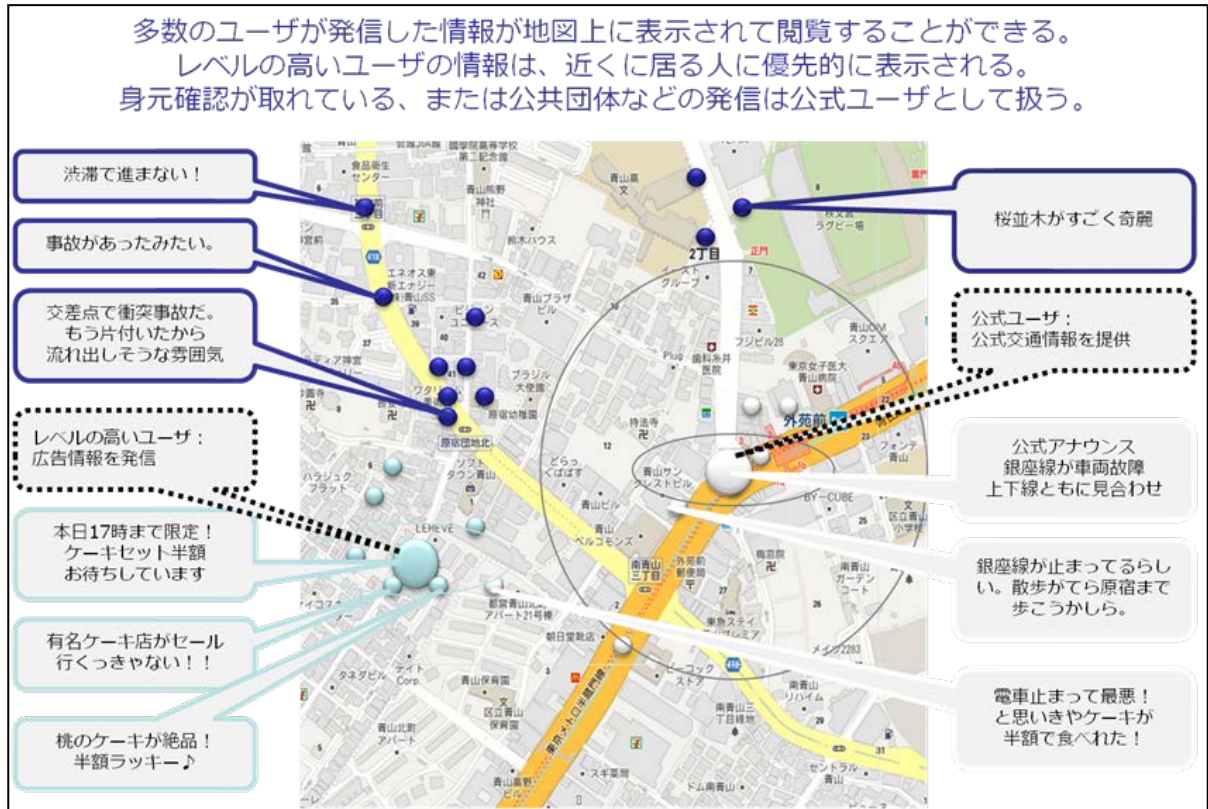


図 17 近隣ユーザに M2M を用いてリアルタイムで情報を伝達

④「バイタルデータ分析のプッシュ型サービス事業」案

概要：

- ・ 住民のバイタルデータをウェアラブル専用デバイス等を用いて収集、分析し、データおよび健康維持増進に向けたアドバイス情報を提供
- ・ 東京都三鷹市を候補とした実証実験を模索

今後の取組：

- ・ 事業化には調整、検討事項が多々あり、中長期的な事業として位置付け

⑤「パーソナルビッグデータを活用した個人向けサービス（統計 API）事業」案

概要：

- ・ 自律分散コンピューティングの技術を使い、リアルタイム性とオープン性を併せ持つビッグデータの統計 API ライセンス販売事業
- ・ 統計処理技術について、パートナー企業との連携を検討

今後の取組：

- ・ 事業化には、調整、検討事項が多々あり、中長期的な事業として位置付け

4. 3. 4 パートナアライアンス活動

事業化検討に向けたパートナー募集、調査、技術連携推進として以下の活動を実施した。

- ・ 個々のテーマ毎にアライアンス活動を継続中
- ・ 対象期間内に計 20 社以上の企業（自動車メーカー、ITベンダー、通信事業者など）と折衝
- ・ 個々の事業化テーマ案別にアライアンス活動を継続中

またイベントブース出展における本研究開発事業の広報、パートナー募集を以下のイベントで実施した。

表 7

イベント名	内容	
新世代 M2M シンポジウム	目的	オープンでM2Mに特化したイベントとし、M2Mに関する最新動向を広く情報発信する事で市場の活性化へとつなげる。
	日時	2013 年 11 月 27 日（水） 10：00－17：00
	会場	秋葉原コンベンションホール（380 名～400 名収容）
	対象	一般公開（コンソーシアム会員の聴講のほか、Ustream などのビデオストリーミングで会場以外での参加も可能とし、首都圏以外の遠方へも情報発信）
神戸 IT フェスティバル 2013	目的	関西の IT 事業者および大学・研究機関の活動を発表する場として毎年開催。
	日時	2013 年 12 月 13 日（金）、14（土） 10：00－17：00
	会場	デザインクリエイティブセンター神戸（約 1600 名来場）
	対象	一般公開
神戸 IT フェスティバル 2013	目的	関西の IT 事業者および大学・研究機関の活動を発表する場として毎年開催。
	日時	2013 年 12 月 13 日（金）、14（土） 10：00－17：00
	会場	デザインクリエイティブセンター神戸（約 1600 名来場）
	対象	一般公開

4. 3. 5 ITS 分野への取り組み

[慶應義塾大学のアウトカム活動概要]

ITS 分野を中心とした実用化と普及に向けた取り組みを実施。主な活動は以下の通り。

- ・ 本提案の ITS 分野における実用化と普及については、プロジェクト期間中に該当分野の有識者で構成される専門委員会を設置し、実用化に向けた意見交換活動を進めた。
- ・ 同委員会には、ITS 分野の研究機関、メーカー等にご参加頂いており、本提案の成果を適宜フィードバックしつつ、課題の抽出、および今後の実用化・普及に向けた協議を行ってきた。

5 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画

5. 1 今後の事業展開スケジュール

本研究開発は、先述の通り 2013 年にまず基礎研究として I P ネットワーク上でのオーバーレイネットワーク構築に取り組んできた。今後はその次の段階である、製品開発のステージとなりオーバーレイネットワークをセンサネットワーク上までシームレスに拡張し、製品・サービス化に向けた開発を行う。さらに事業化への準備期間として、より具体的な製品・サービス設計と事業プランの策定を進め、2016 年以降の事業化を進める。

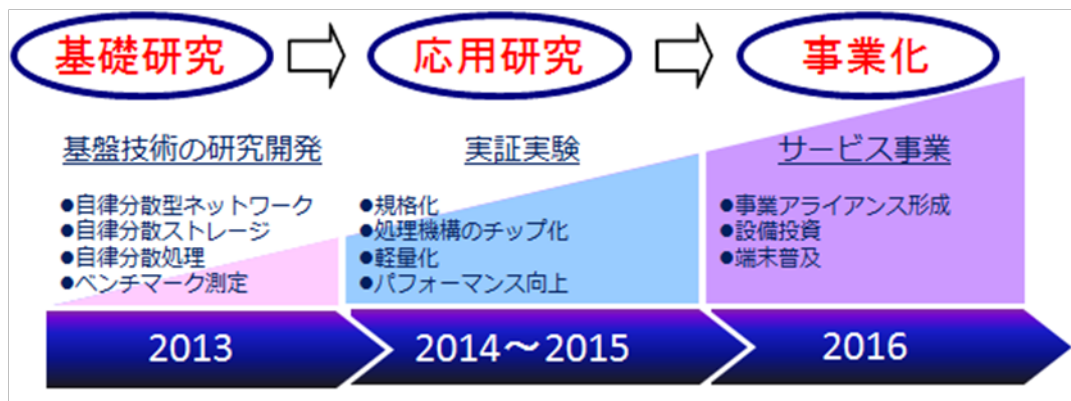


図 18 開発からサービス事業化までの計画

5. 2 事業体制

事業化に向けては弊社内の事業開発部門が担当する。事業開発部門は、本事業における市場調査、ビジネスモデル検討、サービス開発、初期ユーザ(エバンジェリストカスタマ) とアライアンスパートナーの開拓を担当する。

また、事業開発部門のメンバーはビジネスプロデューサとして本開発に深く関与するとともに、後述のプラットフォーム事業者やデバイス事業者をはじめとする早期のアライアンス形成を主導する。さらに産官学の各団体や有識者への認知及び関係形成を進める。

開発の開始と同時に主に海外事業展開の企画担当者、国内における事業展開や産学連携の担当者、これらを取り纏めてビジネスプランを策定・具体化する担当者を配置し、弊社 CEO の明石が直接統括・指揮の任に当たる。

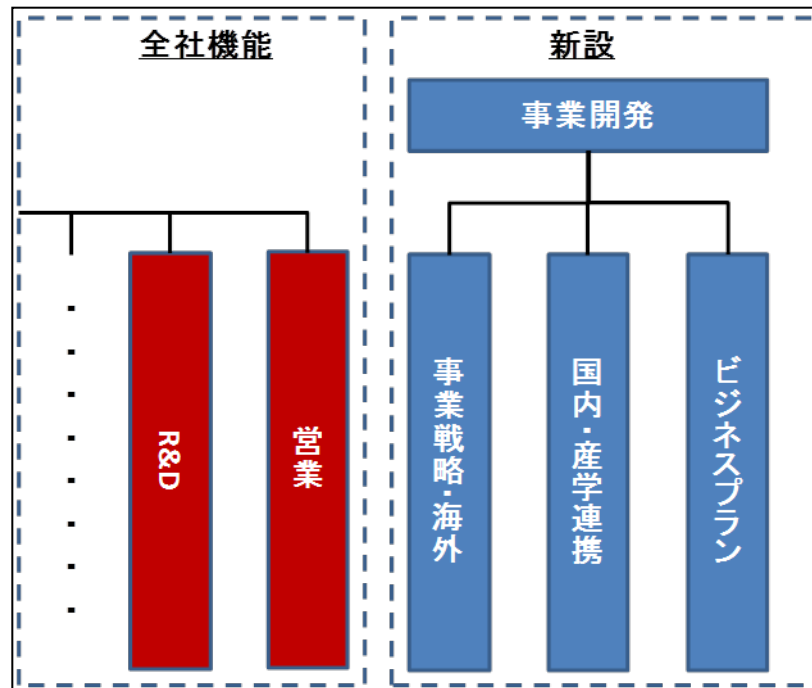


図 19 事業開発組織

事業化初期段階では、弊社が資本関係のある SCSK 社などのプラットフォームサービス事象者にライセンス提供し、そこから各業界のサービス事業者に対してプラットフォームを提供する。一方、デバイスに関しては弊社より機器メーカーへ技術ライセンス供与し、各業界のサービス事業者に対してデバイスが提供される流れとなる。

このアライアンスによって事業の初期段階でのノウハウ蓄積とサービス機能や事業拡張の方向性を見極め、以後の施策に反映させていく。

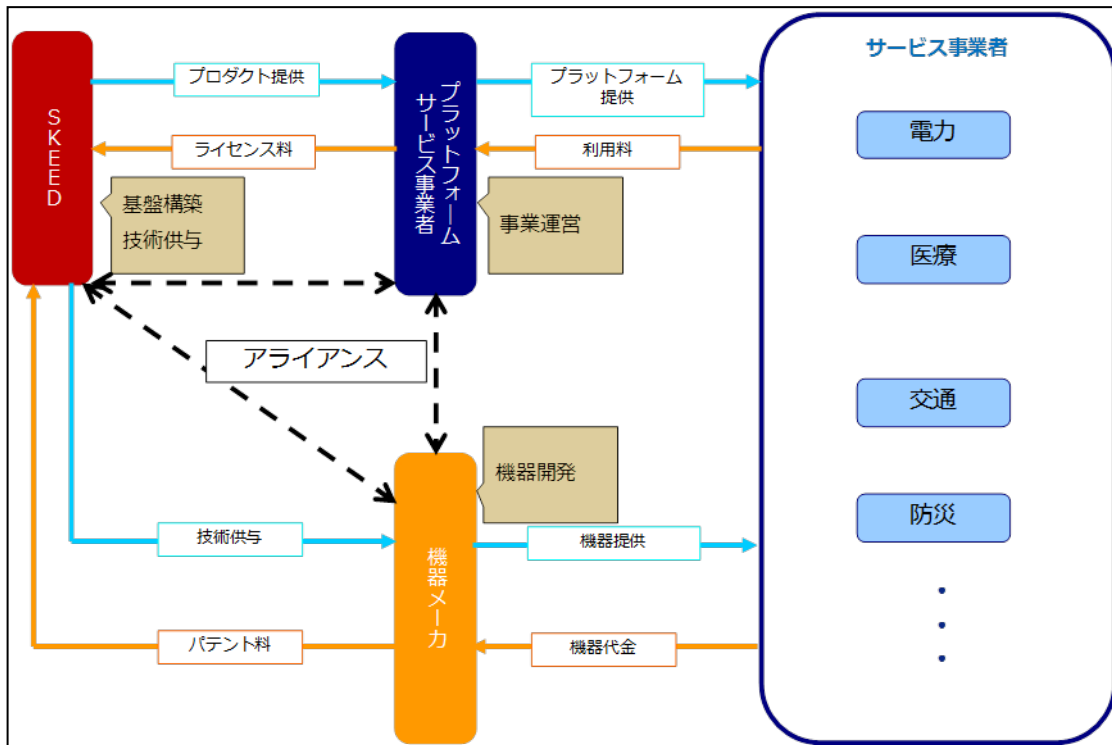


図 20 初期段階における事業スキーム例

5. 3 ビジネスモデルの高度化

「P2P オーバーレイネットワークがシームレスに活用できるセンサネットワーク用通信アプリケーション」は、社会に広く普及するセンサ等のデバイスの余剰・遊休リソースを活用・連携させることでその効用を実現するものである。この際に企業や個人が所有するデバイスのリソースを使用することに対する価値をビジネス化（マネタイズ）することがビジネスモデルの高度化につながる。

弊社では既に複数の P2P オーバーレイネットワーク製品を提供する中で、特に企業向けの製品・サービスでこの有効性を実証しているが、今後ヘルスケア/ウェルネス分野において個人や家庭が所有するデバイスの余剰・遊休リソースやネットワークへの貢献度を計測し循環する仕組みを作ることで、ネットワークに参加するユーザ、企業が共創社会を育むモチベーションを維持するエコシステム型のビジネスモデル構築を目指していく。

5. 4 事業売上イメージ

具体的な事業売上計画は未定であるが、当該市場における先行参入企業の状況などから、概ね次のような積み上げを目指す。

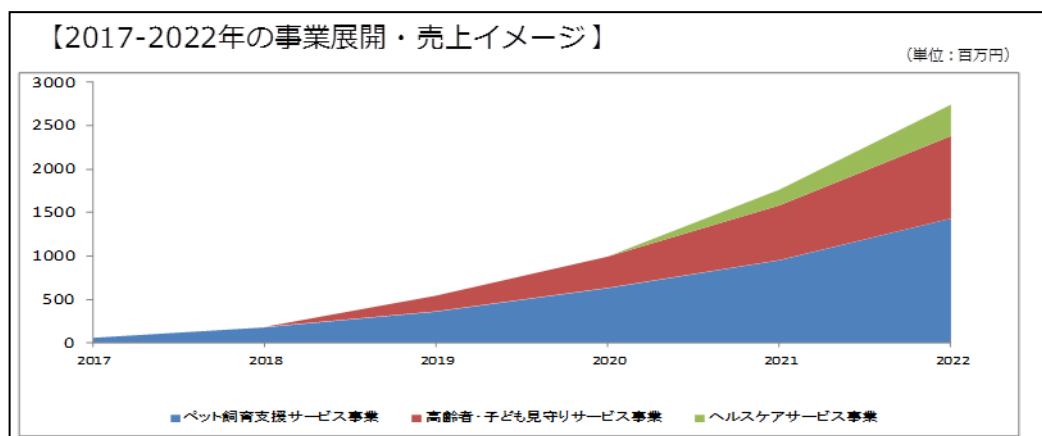


図 21

5. 5 慶應義塾大学の取り組み

慶應義塾大学としては、設計した無線通信プロトコルの適用分野の可能性を広げるため、論文や学会発表等を通じて広く紹介していく予定である。

標準化活動については協調 ITS の国際技術標準を定める ISO/TC204 のワーキンググループの Expert メンバーと議論を開始しており、標準化への方策を探っていく予定である。

6 査読付き誌上発表論文リスト

なし

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

なし

8 その他の誌上発表リスト

なし

9 口頭発表リスト

なし

10 出願特許リスト

なし

11 取得特許リスト

なし

12 国際標準提案・獲得リスト

なし

13 参加国際標準会議リスト

なし

14 受賞リスト

なし

15 報道発表リスト

（1）報道発表実績

- [1] “総務省「情報通信技術の研究開発に係る提案の公募」において S k e e d と慶應義塾大学の共同提案を採択 金子勇を代表研究責任者としロバストなビッグデータ利活用基盤技術の研究開発を推進”、2013 年 5 月 15 日発表
- [2] “タイトル等”、発表年月日 “S k e e d、先進ネットワーク技術の研究開発拠点「S k e e d ラボ」を開設～国家プロジェクトやグローバル市場への展開に向けて、先端技術の研究・開発力を強化～”、2013 年 6 月 13 日発表

（2）報道掲載実績

- [1] “総務省「情報通信技術の研究開発に係る提案の公募」において S k e e d と慶應義塾大学の共同提案を採択 金子勇を代表研究責任者としロバストなビッグデータ利活用基盤技術の研究開発を

推進”、配信元 2 機関（ドリームニュース、キーマンズネット）、転載計 32 媒体（PressRoom、livedoor ニュース、goo ビジネス EX、CNET Japan、ZDNet Japan、@nifty ビジネス、MarkeZine、excite ニュース、マピオンニュース、Bizloop サーチ、japan.internet.com、SEOTOOLS、マイナビニュース、mediajam、N+NewsRelease、YUCASEE MEDIA、CoRich ニュースクリップ、PRESS PARTNERZ！ぷろなび、FerretNews、RBBTODAY、SourceForge、フレッシュアイ、エンタープライズジン、ICT Headline、potaru、読売 IT&メディア、Business Press、起業 SNS、なまら北海道、IBTimes）、2013 年 5 月 15 日

参考データ：掲載媒体の総ページビュー1106PV

- [2] “S k e e d、先進ネットワーク技術の研究開発拠点「S k e e d ラボ」を開設～国家プロジェクトやグローバル市場への展開に向けて、先端技術の研究・開発力を強化～”、配信元 2 機関（ドリームニュース、キーマンズネット）、転載計 34 媒体（マイプロ NEWS、IPROS、MarkeZine、PressRoom、livedoor ニュース、goo ビジネス EX、CNET Japan、ZDNet Japan、@nifty ビジネス、とれまが News、excite ニュース、マピオンニュース、Bizloop サーチ、japan.internet.com、SEOTOOLS、マイナビニュース、mediajam、N+NewsRelease、YUCASEE MEDIA、CoRich ニュースクリップ、PRESS PARTNERZ！ぷろなび、FerretNews、RBBTODAY、SourceForge、フレッシュアイ、エンタープライズジン、ICT Headline、potaru、読売 IT&メディア、Business Press、起業 SNS、なまら北海道、IBTimes）、2013 年 5 月 15 日

参考データ：掲載媒体の総ページビュー578PV

1 6 ホームページによる情報提供

ホームページ URL：<http://skeed.jp/news/2013.html>

以下の 2 本のプレスリリース掲載

- [1] “総務省「情報通信技術の研究開発に係る提案の公募」において S k e e d と慶應義塾大学の共同提案を採択 金子勇を代表研究責任者としロボスタなビッグデータ利活用基盤技術の研究開発を推進”、2013 年 5 月 15 日発表
- [2] “S k e e d、先進ネットワーク技術の研究開発拠点「S k e e d ラボ」を開設～国家プロジェクトやグローバル市場への展開に向けて、先端技術の研究・開発力を強化～”、2013 年 6 月 13 日発表

上記「1」[2] のプレスリリース発表に伴う掲載 URL (<http://skeed.jp/news/2013.html>) へのページビュー446PV、訪問者数 350

研究開発による成果数

	平成 25 年度
査読付き誌上発表論文数	0 件 (0 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0 件 (0 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)
口頭発表数	0 件 (0 件)
特許出願数	0 件 (0 件)
特許取得数	0 件 (0 件)
国際標準提案数	0 件 (0 件)
国際標準獲得数	0 件 (0 件)
受賞数	0 件 (0 件)
報道発表数	2 件 (0 件)
報道掲載数	4 件 (0 件)