

# IoTテストベッドとしてのStarBED

---

宮地利幸

国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)

北陸StarBED技術センター センター長

miyachi@nict.go.jp



- 実験専用のPC群
  - 実世界と同じOSやソフトウェアが動作
  - PCをそのまま貸し出すのでOSの入れ替えも可能
  - 持ち込んだハードウェアを接続可能
  - ネットワーク構成も自由に設定可能
  - インターネットから隔離されているので「失敗」を許容
  - マルウェア等の動作検証も可能
  - 1000台以上のPCが存在するため大規模な環境での検証が可能
  - 実時間で動作
- 実験PC群を簡単に操作可能なミドルウェアの提供
- 石川県能美市のNICT 北陸StarBED技術センターに設置



# 支援ソフトウェア群

支援ソフトウェアを利用することで柔軟かつ容易な実験実行を実現

- ・ インターフェースの統一
- ・ 大規模な実験の制御
- ・ ノード監視による不具合の確認



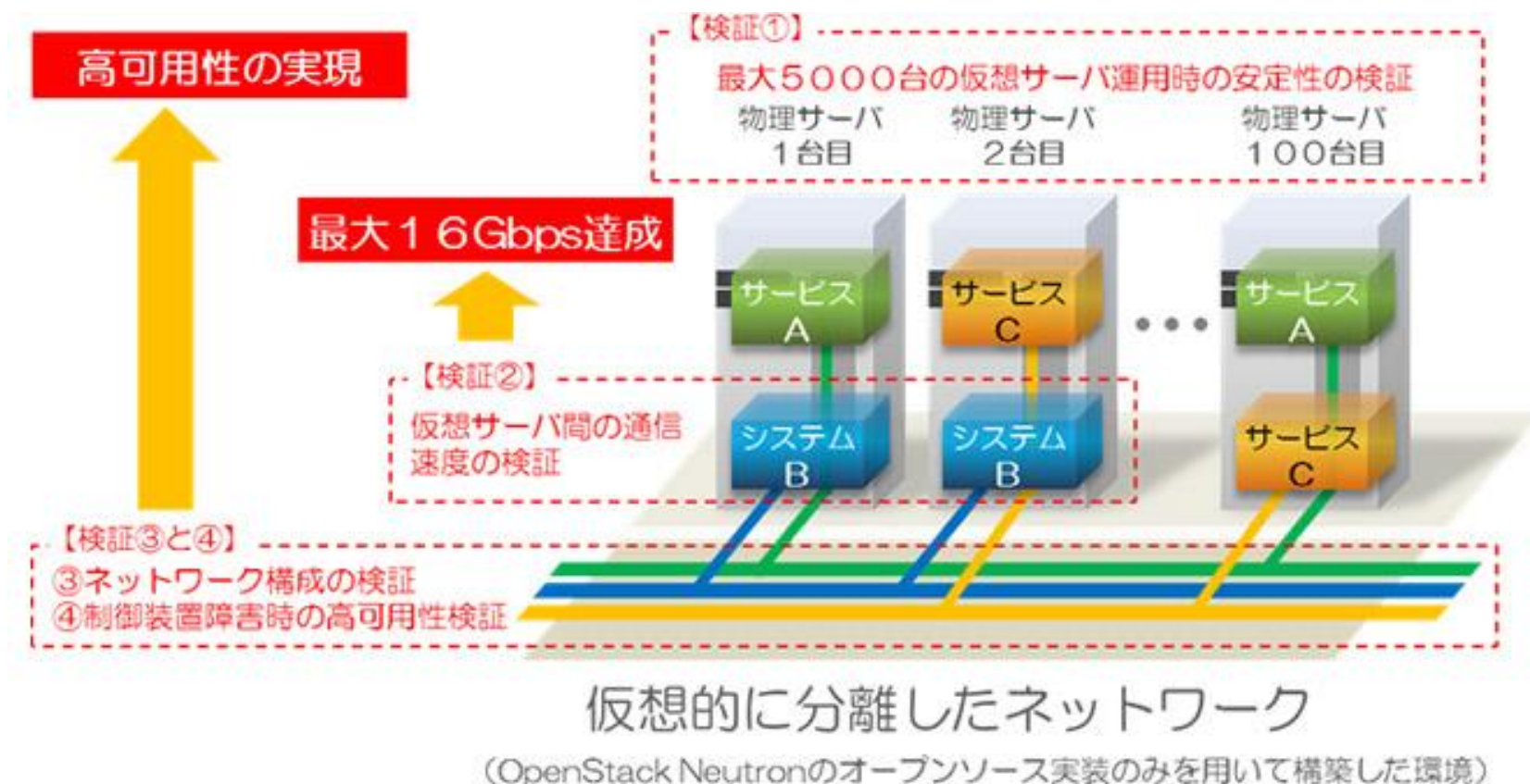


# StarBEDでの実験事例

100台の物理サーバを用いた大規模なクラウド環境の実証実験を実施。複数の仮想サーバ間で最大16Gbpsの通信速度（従来の6倍）を達成。通信速度の向上と高可用性機能の実現により、一つのクラウド上で複数の仮想ネットワークを構築し、セキュリティを高めることが可能な「OpenStack Neutron」の機能を商用導入できる水準までの改良に成功。

修正内容をオープンコミュニティに還元。

([https://www.nttdocomo.co.jp/info/news\\_release/2014/11/04\\_00.html](https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2014/11/04_00.html))

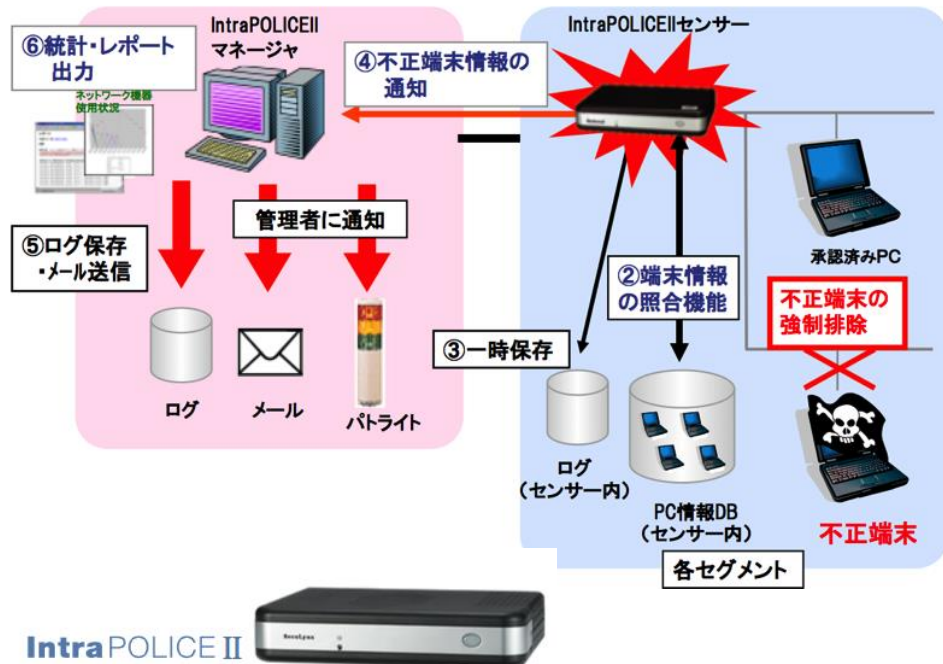


# StarBEDでの実験事例

費用、スペース、工数等の点でユーザーカル環境では実現不可能であったユーザの利用環境に限りなく近い7000台規模での加速試験を実施、問題の特定とその修正を行い、その後2ヶ月間のStarBED上での継続検証を経て製品（IntraPOLICE II）を発売。

## IntraPOLICE II動作概要

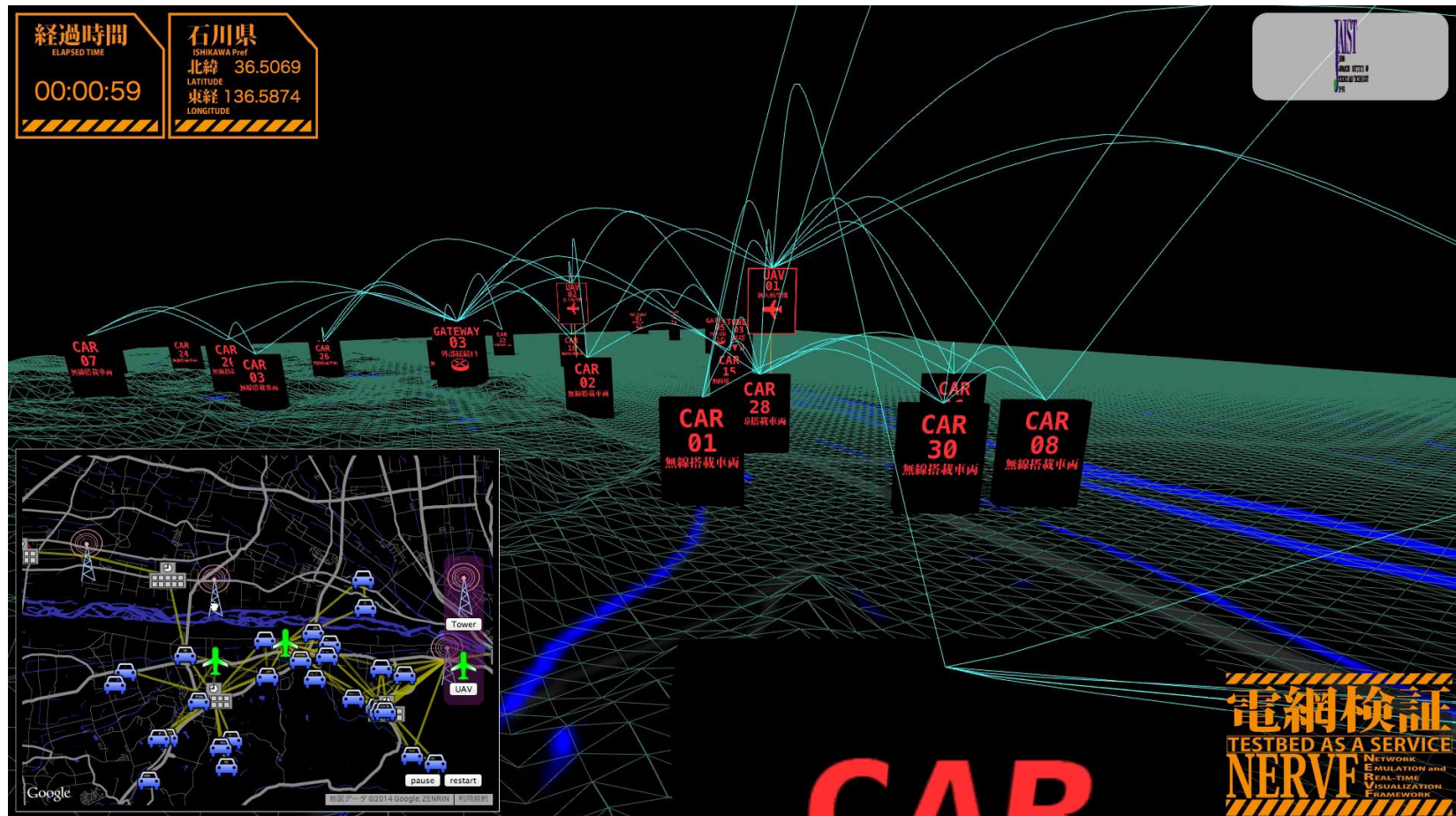
- ・端末が最初に送信するパケットで登録済みかどうかを判定
- ・登録されていない場合には、マネージャ経由で管理者に通報、遮断設定



| 効果                      | 実機のみで実施                       | StarBED活用             |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 全体開発費の大幅削減<br>（検証費用の削減） | 2億～2.6億円<br>（センサ、PC、SW、ケーブル等） | ソフトウェア検証<br>経費のみ      |
| システム構築に要する<br>工数の削減     | セットアップに<br>2人で約3週間            | 1人で2～3日（実績）           |
| スペース・設備など<br>検証環境の削減    | 大量のラックが必要                     | 不要                    |
| 効果                      | 通常での評価                        | StarBEDでの評価           |
| 通常評価では<br>検出困難な問題を検出    | 機能・性能・連続稼働の<br>各評価では未検出       | センサ無応答検出<br>⇒ソフトウェア修正 |

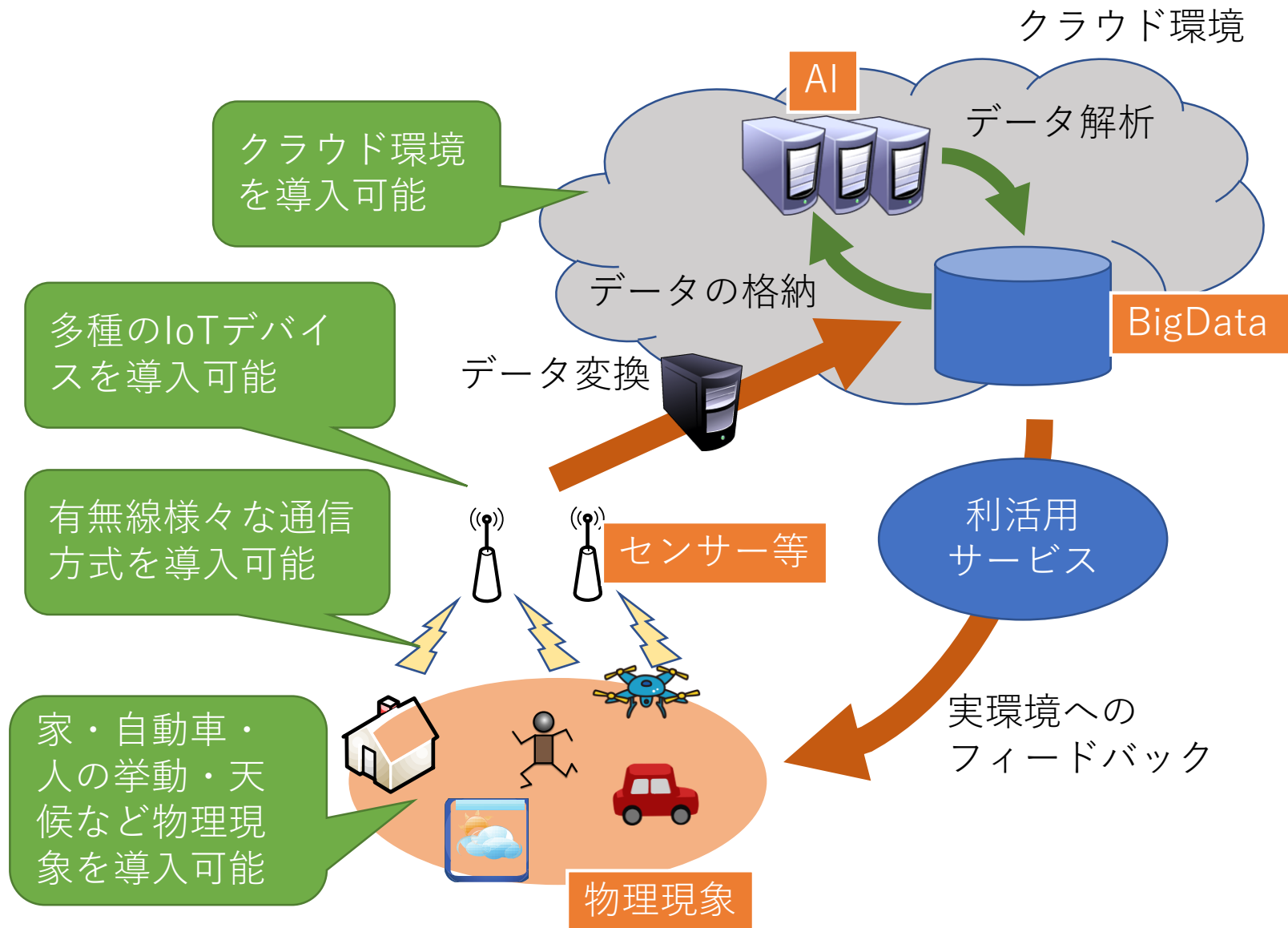
# StarBEDでの実験事例

実際の地理情報をもとに検証環境を構築。仮想的に無線APを搭載しネットワーク接続を提供する車両群を模倣。安定的な電波環境を提供できるが整備にコストがかかる鉄塔と、すぐに電波環境を提供できるが不安定かつ電源が切れれば停止してしまう無線AP搭載のUAV（ドローン）を実時間で動作している実験環境の任意の場所に挿入した場合に電波環境にどのような影響があるかを視認できる検証環境を構築。





# IoT技術のためのテストベッド





連携



シミュレータで  
物理現象などを模倣

外部接続  
JGN/WIDE

StarBEDのPC群

The diagram shows a group of seven blue PC icons arranged in a circle on a green oval base. A speech bubble on the left contains the text '外部接続 JGN/WIDE'. Below the group, the text 'StarBEDのPC群' is written.

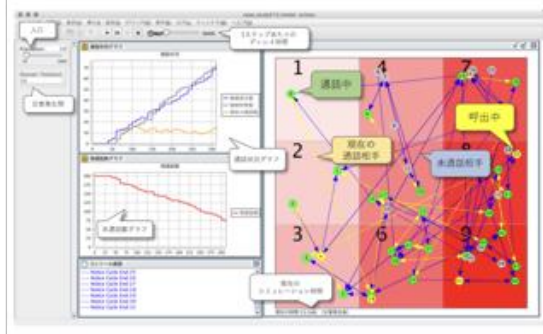
## StarBEDのPC群



|                        |                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 多種のIoTデバイスの模倣          | StarBEDの一般的なPC上にIoTデバイス向けの仮想機械を動作させる。ソフトウェアにより実現することで、規模の変更、混在割合を自由に変更可能に。<br>Atmel SAMD21(ARM Cortex M0+)およびNXP KinetisK64 120MHz(ARM Cortex M4)のリファレンスボードの仮想機械を試作済。 |
| 無線環境の模倣                | 有線環境を無線環境に見せかける技術の開発。WiFiやZigBee、Bluetooth Low Energyを模倣可能。室内外の無線環境の模倣技術の拡充を実施中。                                                                                      |
| 家・自動車・人の挙動・天候など物理現象の模倣 | 模倣自体はシミュレーターに任せて実時間でStarBED上のICT環境と連携する枠組みを開発済み。既存のシミュレータartisocとの連携実験を実施（次ページ）。様々なシミュレーターとの連携基盤を開発中。                                                                 |
| クラウド環境の模倣              | これまでのICTテストベッドとしてのStarBEDの利用方法そのもの。                                                                                                                                   |

# シミュレータとICT環境の統合実験例

シミュレーション部  
(マルチエージェントシミュレータ)



歩行者の通信開始タイミング・通信持続時間等をシミュレーション基盤で模倣。それぞれのイベントをStarBED環境と共有。

全体の状況を把握しやすいよう、Unityを利用して可視化。

可視化基盤  
(Unityで実装)



エミュレーション部



StarBEDの実機を用いたICT環境を構築。シミュレータで通信開始のイベントが発生するとそれに応じたデータを実際にICT環境上へ送出、リアルなトラフィックが発生。輻輳等での通信失敗等の情報をシミュレータ側にフィードバックし、シミュレータ内の挙動にも実環境のイベント情報を反映。

# シミュレータとICT環境の統合実験例

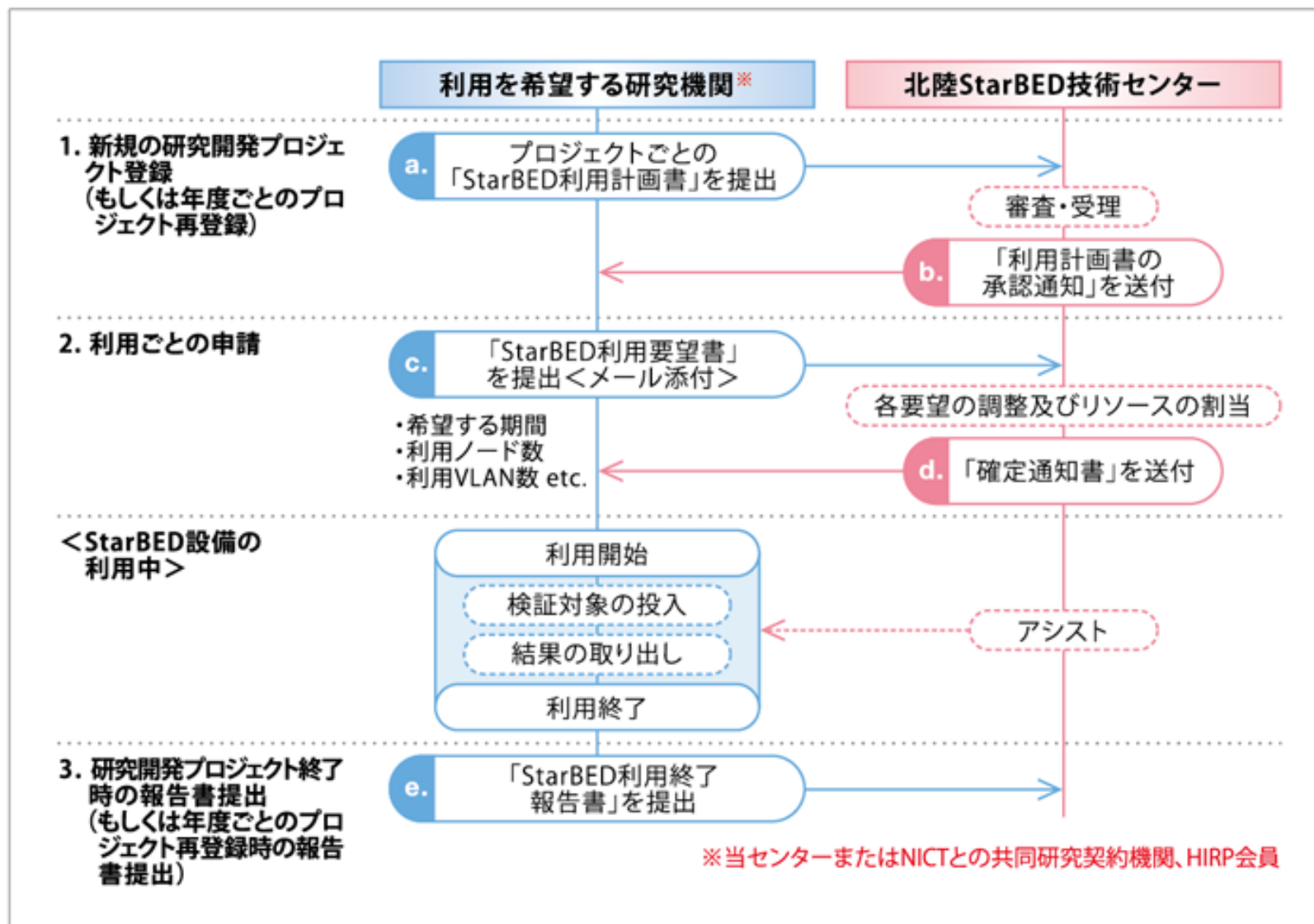




# StarBEDのノード群

|                   |     | To be<br>obsoleted    |                             |     |     | NEW!                                  |                                  |
|-------------------|-----|-----------------------|-----------------------------|-----|-----|---------------------------------------|----------------------------------|
|                   |     | H                     | I                           | K   | L   | N                                     | P                                |
| Model             |     | HP ProLiant DL320 G5p | CISCO UCS C200 M2           |     |     | DELL PowerEdge C6220                  | DELL PowerEdge R430              |
| CPU               |     | Xeon X3350 * 1        | Intel 6-core Xeon X5670 * 2 |     |     | Intel 8-core Xeon E5 2650 2.00GHz * 2 | Intel 16-core Xeon E-2683 v4 * 2 |
| Memory            |     | 8GB                   | 48GB                        |     |     | 128GB                                 | 384GB                            |
| Disk              |     | SATA 160GB            | SATA 500GB * 2              |     |     | SATA 500GB * 1, SSD 200GB * 4         | SATA 1.2TB * 1, SSD 1.6TB * 1    |
| Exp. NIC          | GbE | 2                     | 4                           |     |     | 1                                     | 3                                |
|                   | 10G | 0                     | 0                           |     |     | 1                                     | 2                                |
| Mgmt NIC          | GbE | 1                     | 1                           |     |     | 1                                     | 1                                |
| # of Nodes        |     | 240                   | 192                         | 144 | 120 | 224                                   | 240                              |
| Introduction Year |     | 2009                  | 2011                        |     |     | 2013                                  | 2017                             |

# StarBED利用フロー



<http://starbed.nict.go.jp/>

ご清聴ありがとうございました。

