

第2部

特集2 AI³プロジェクトの歩み

大江 将史、竹井 淳、大川 恵子

第1章 はじめに

2016年9月、インドネシア・バンドンのInstitute of Technology in Bandung (ITB)において、AI³プロジェクトのもとにITBがインターネットに接続してからの20年、そして、サブプロジェクトであるSCHOOL ON INTERNET ASIA (SOI-ASIA)の15周年を祝して国際会議が執り行われた。

AI³は、1995年10月、WIDEプロジェクトの主要メンバーである山口英、村井純が衛星回線を利用した日本・東南アジア各国間を結ぶインターネット接続の実証実験のプラットフォームを立ち上げたことに始まる。初期のメンバーは、Institute of Technology in Bandung (ITB)（インドネシア）、Asian Institute of Technology (AIT)（タイ）、Hong Kong University of Science and Technology (HKUST)（香港）、そして、WIDEプロジェクト（日本）であり、JSAT（株）（現スカパー JSAT（株））の協力のもとに、同社の日本・アジア太平洋地域をカバーする衛星フリー

トによる衛星回線を基盤とした国際バックボーンの構築と運用を開始した。

当時、WIDEプロジェクトは、JSATとともに1993年からWISH (WIDE Internet with Satellite Harmonization)の研究プロジェクトにおいて、VSAT局を利用してのインターネット接続実験を日本国内にて行ってきた。その後、1995年8月にJSATがJCSAT-3号衛星を打ち上げに成功し、東南アジア、オセアニア、ハワイをカバーすることが可能となった。これらの新しいテクノロジーと知見をもとに、AI³プロジェクトは推進が可能となったのである。

AI³の国際バックボーンのハブとなるKuバンド衛星地球局（アップリンク14GHz、ダウンリンク12GHz）は、奈良先端科学技術大学院大学（NAIST）（奈良県生駒市）に整備（図1.1）され、同時に、各パートナーも各自衛星地球局を整備し、1996年10月からITB、HKUST（同年11月）、そしてAIT（'97年7月）による伝送帯域最大1.5MbpsのKuバンドを利用した国際バックボーンの運用が開始された（図1.2）。



図1.1 NAISTに整備されたKuバンドVSAT地球局

第2章 衛星インターネットの可能性を実証

AI³は、衛星回線を経由してWIDEプロジェクトの運用するWIDEインターネットと相互接続し、アジアパートナーへのインターネットへの接続を開始した。衛星回線を用いたAI³バックボーンの運用は、常にアジアパートナーとともに行われ、衛星回線の運用、インターネット接続だけでなく、分散WEBキャッシュ、遠隔医療、マルチメディア会議、天候モニターといったアプリケーション技術や、マルチキャストテストベッドであるMboneへのトンネル接続、IPv6テストベッドである6Boneへのトンネル接続と

いったL3プロトコル技術など、当時インターネットにおいて次世代を担う先進的な技術の展開も積極的に行われた。(図2.1)

例えば、分散WEBキャッシュは、衛星通信帯域の効率運用に加えて、静止衛星通信を利用するゆえに生じる500msのRTTの影響を抑えるうえで有用な技術であり、様々な取り組みが実施された。AI³で取り組まれたWEBキャッシュ技術は、HTMLに含まれるリンクの構造解析と利用者の利用パターンを分析・予測し、リンク先を選択的にプリフェッチする方式が研究開発された。システムは、NAISTに整備された「ハブキャッシュ」をルートとし

て、対向側に設置された「リムキャッシュ」間で、能動的な制御が行われ、キャッシュヒット率の向上と帯域の効率的利用、ユーザーエクスペリエンスの向上が実現された。

このような研究と実証の循環は、AI³プロジェクトがアジアパートナーへのインターネット接続のみならず、運用、研究、知見の共有を通じて、日本・アジアの次世代のインターネットエンジニア・研究者を育てる基盤としても役割を果たし、20年の成果はアジア各国においてインターネットに関わる政策、教育、ビジネスを牽引する人材を数多く輩出している。

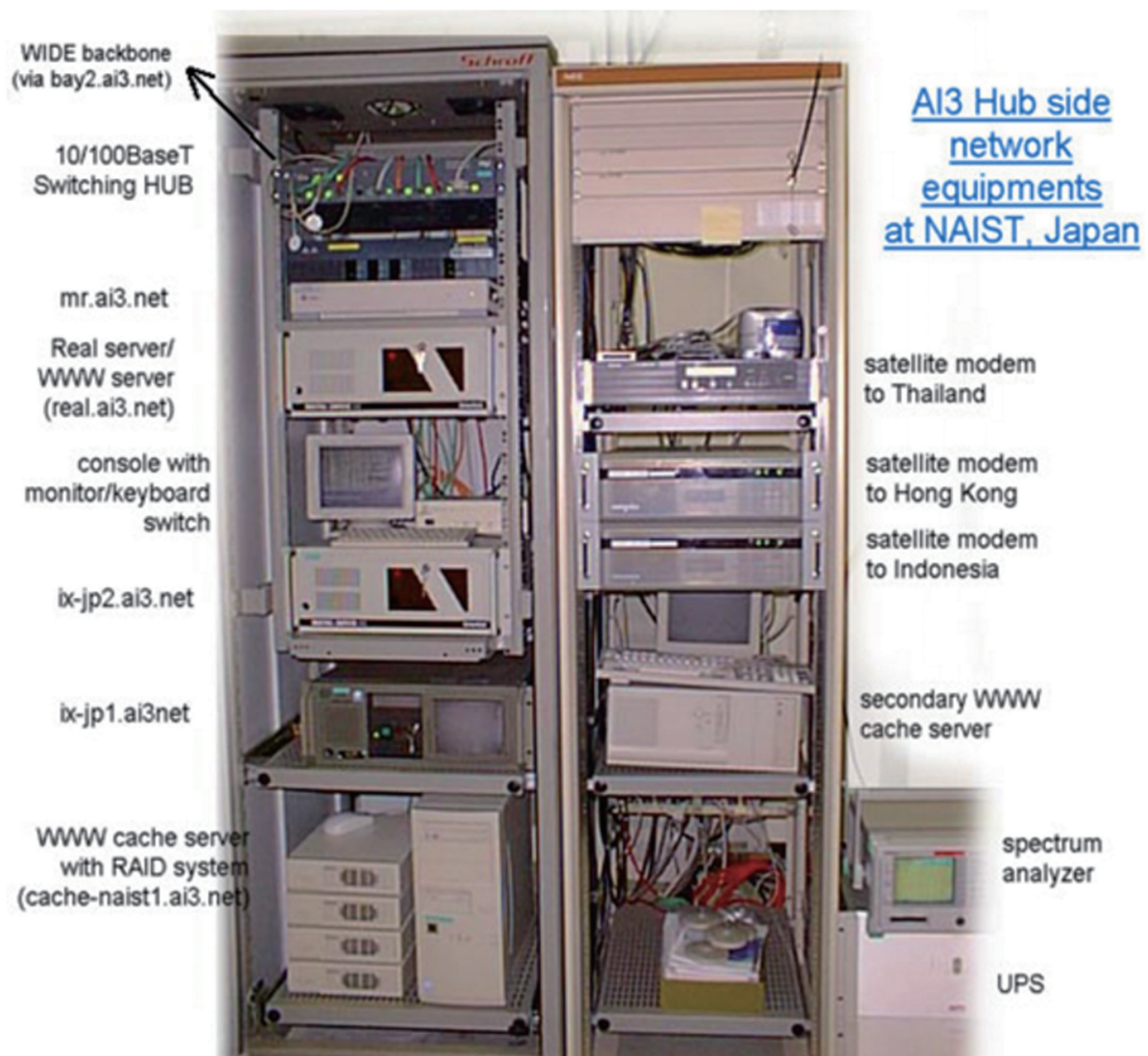


図1.2 初期のAI³バックボーンを支えるシステム

第3章 2000年Cバンド開局

2000年9月、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(慶應SFC)において、AI³は、国内としてNAIST地球局に続き、慶應義塾大学地球局の運用を開始した(図3.1)。この地球局は、これまでのKuバンドと異なり、雨の多い熱帯地域で有効に使えるCバンド(アップリンク6GHz、ダウンリンク4GHz)を日本で初めてインターネットにおいて利用した地球局である。そのパートナーには、Temasek Polytechnic (TP) (シンガポール)、University Sains Malaysia (USM) (マレーシア)、Advanced Science and Technology Institute (ASTI) (フィリピン)、Institute of Information Technology (IOIT) (ベトナム)、University of Colombo(CMB) (スリランカ)が加わった。

そして、AI³国際バックボーンは、NAIST Kuバンド局と慶應大Cバンド局をATM方式による高速ネットワークにて接続することにより、Ku/Cバンドパートナーの相互接続やWIDEインターネットとの接続帯域向上などにより強化された(図3.2)。

AI³は、NAIST Kuバンド局を中心とした運用・研究成果をもとに、より高い機能を有する慶應大Cバンド局と組み合わせ、新たな研究への取り組みを開始した。その取り組みには、UDLR技術(片方向衛星回線を用いたインターネット接続)、IPv6バックボーン対応(IPv6の普及を睨ん

だデュアルプロトコルネットワーク)といった次のインターネットに必要とされるテーマに加えて、マルチキャストバックボーンとアプリケーション(衛星の同報性とマルチキャスト技術を活用したネイティブネットワーク運用とアプリケーションの研究開発)、SOI-ASIA (アジア地域でのインターネットを利活用した遠隔教育)といった、アジアにおける「インターネットへの接続」から「インターネットの活用」への取り組みも開始された。

第4章 アジア地域での高度な教育基盤の実現

慶應大学に整備された新Cバンド局、UDLR技術、そして、SOI-ASIAの教育プログラムは、AI³パートナー間の研究開発、教育の強い推進力を導いた。

UDLRとは、Uni-Directional Link Routingの略で、片方向の通信路(衛星回線や一般的な無線通信回線)とそれとは異なる通信路を組み合わせ、双方向性のある通信路とする技術である。AI³におけるUDLRでは、受信専用のCバンド地球局と地上電話回線などの双方向通信回線を組み合わせることで、日本からの広帯域なコンテンツをアジア各地において受信可能とした。それまでは、各地球局は送信機能を持たなければ双方向の通信ができなかったのが、このUDLRの実現により地球局の送信機能が必要なくなり、地球局に求められる機能を大幅に低減化することが可能となった。多くの国において送信機能をもつ

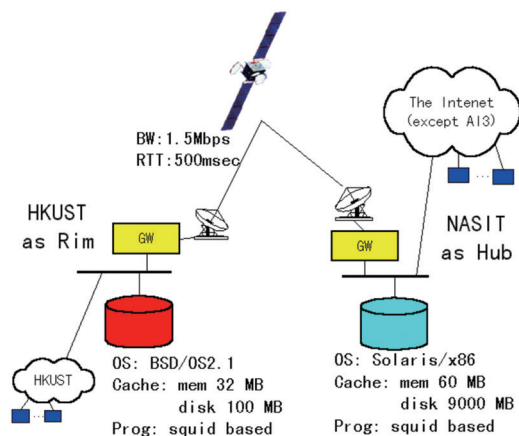


図2.1 AI³で取り組まれたWEBキャッシュアーキテクチャ('97)



図3.1 慶應大学Cバンド局

地球局を運用するためには、地球局に対する無線局免許、そして運用者は無線従事者の資格が必要であったため、この技術革新は劇的にパートナーにとってAI3に加入するハードルを下げる結果となった。

衛星通信は、地上の通信インフラの環境に左右されることなく衛星のサービスエリア内において、均一のサービスを提供することができる。AI³は、UDLRにより、アジア各地の山岳地域や離島といった高速回線の整備が困難ないわゆるデジタルディバイド地域において、高速インターネットを提供することを可能とした。

AI³での運用知見やUDLRは、WIDEプロジェクトのサブプロジェクトであるSOIプロジェクト(SCHOOL ON INTERNET)とのコラボレーションにより、AI³を大きく飛躍させた。SOIは、大学教育とインターネット利活用についての研究と成果から、豊富な教育コンテンツやライブ中継が可能なプラットフォームを有している。AI³は、

SOIと連携したSOI-ASIAプログラムにおいて、従来からのKuバンドを用いた衛星双方向通信のパートナーに加えて、UDLRを利用するパートナーに対して、SOIの有する豊富な高等教育プログラムをアジアのあらゆる地域で利活用をできる環境の提供に成功した(表4.1)。

表4.1 UDRL技術を利用して新たに接続した地域

接続年	UDRL RO サイトを設置した地域
2002年	ラオス、ミャンマー（ヤンゴン）、インドネシア・スラウェシ島(マナド、マカサル)
2004年	カンボジア、ネパール、バングラデッシュ、モンゴル
2005年	インドネシア・スマトラ島(アチェ)、フィリピン・セブ島
2006年	ミャンマー（マンダレー）
2010年	東ティモール

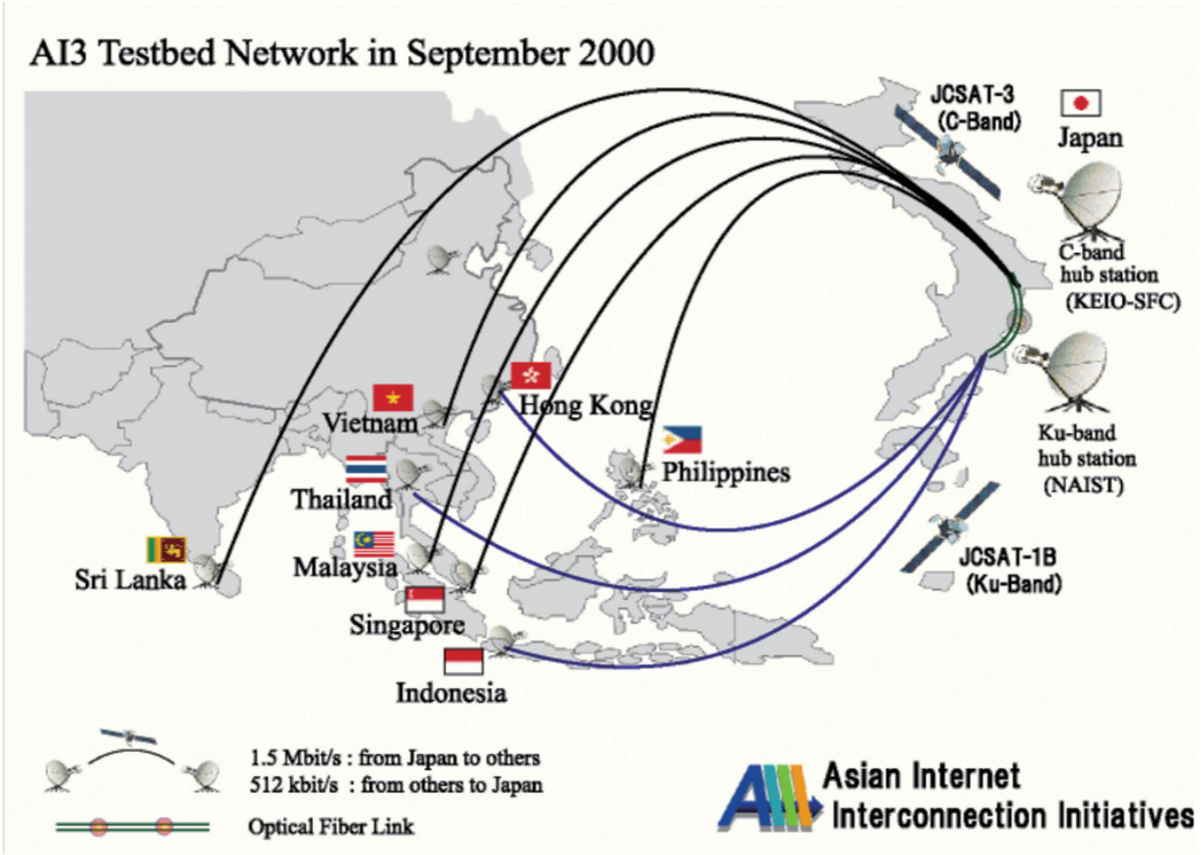


図3.2 AI³ 国際バックボーン('00年)

第5章 AI³の未来

AI³は、インターネットの黎明期から約20年にわたって、衛星を用いたインターネット技術の有効性を実践的な研究と運用を通して証明してきた。今も続くインターネットの発展と商業化は、アジア諸国においてもサスティナブルな地上インフラやモバイルサービスの整備をもたらし、その発展は、アジアのインターネットの黎明期を支えたAI³ NAIST Kuバンド局の役割を終えたことでもあった。

今日において、AI³が発足した時代とは異なり、衛星を活用するシーン、研究運用テーマ、求められる性能も大きく変貌しているといえる。たとえば、衛星は、スマトラ地震や東日本大震災のような災害時の通信メディア、紛争地域、デジタルディバイド地域、海上路、航空路など、衛星でなければ通信を行うことが難しいケースにおいて、利活用がすすんでおり、インターネット専用衛星、超広帯域衛星、そして、低軌道を活用した衛星ネットワークなど、衛星プラットフォームも大きく変貌を遂げている。



図5.1 バンドン宣言

ITBにおける20周年記念国際会議を通して、AI³すべてのパートナーは、20年にわたる衛星インターネット技術の運用と研究をハブとして積み上げてきた信頼関係という無形の財産の価値を再確認し、同日、バンドン宣言を採択した(図5.1)。これは、故山口英(図5.2)が、AI³プロジェクト発足時のAPII (アジア環太平洋情報基盤)実現の理想を達成したことを示したこともあった。

今後は、プロジェクトが輩出した新たな世代が、AI³の各プログラムをリードし、継続的に人材育成を大学・研究機関・企業、そして、国や地域の垣根を超えて行い、次の社会の基盤となる技術開発、社会問題の解決に貢献することが期待される。



図5.2 THANK YOU, SUGURU-SAN!