

eVLBIの標準データ伝送プロトコルVTP (VDIF Transport Protocol)の仕様概要

Mamoru Sekido⁽¹⁾, Chris Phillips⁽²⁾, Mark Kettenis⁽³⁾, Allan Whitney⁽⁴⁾

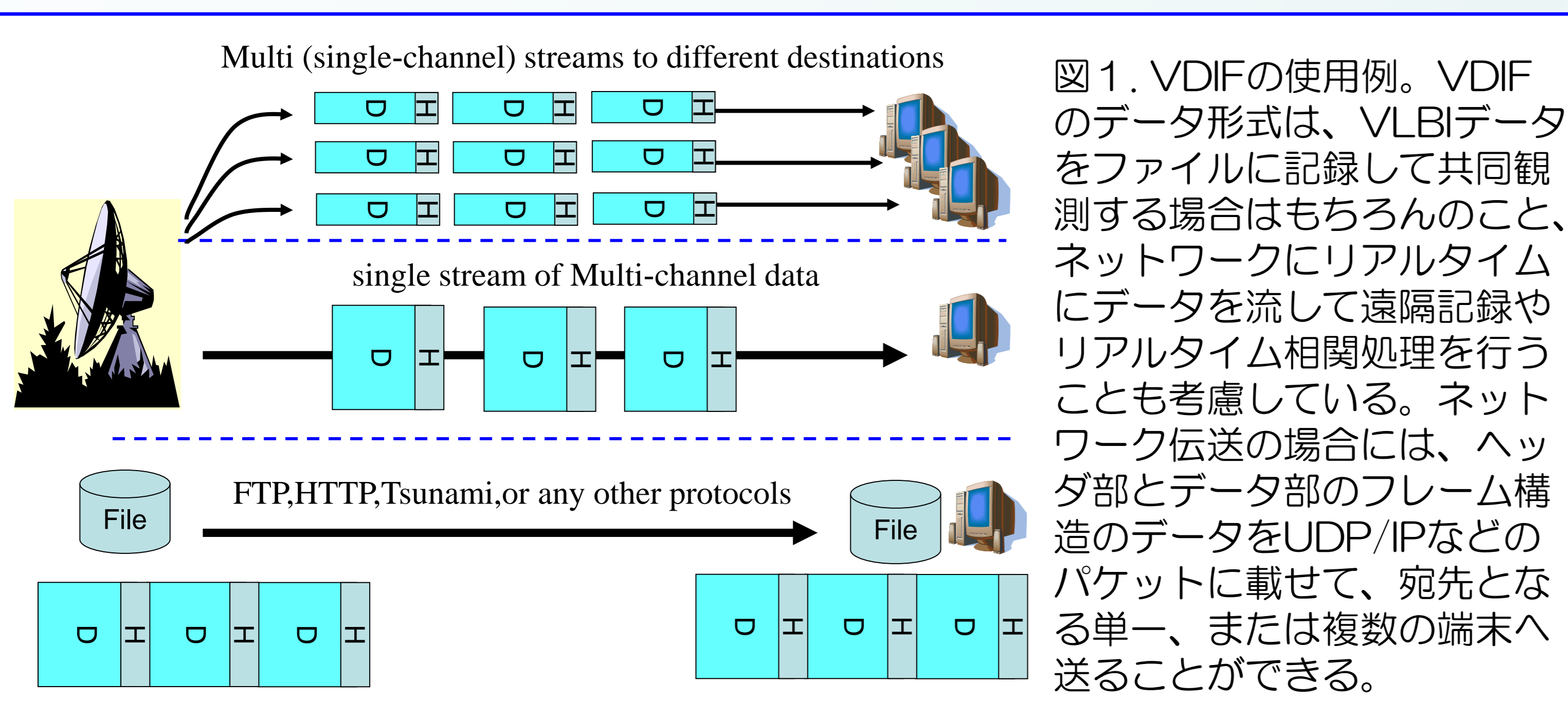
(1)NICT/Kashima,(2)CSIRO/ATNF,(3)JIVE,(4)MIT/Haystack

1. データフォーマットの標準化

複数の電波望遠鏡の共同観測により成り立つVLBI観測では、各観測所で取得されたデータの互換性が極めて重要である。しかしながら歴史的経緯により、欧州・米国ではHaystack/MITが開発したMark3/4/5、日本ではK4/5、オーストラリアでは独自のDASが広く使用され、相互の互換性改善は長年の念願であった。

データの取り扱いが汎用計算機(PC)で可能となり、大容量のVLBIデータをネットワーク伝送するeVLBI時代を迎えて、データの記録媒体はHDDとなり、データフォーマットの標準化により国際的なVLBI観測がこれまでよりはるかに容易になりつつある。

2008年上海で開催されたeVLBI-WSでは、標準フォーマットの制定が議題に上り、具体的なフォーマットを定めるため、世界の主なVLBIシステムの開発機関の代表(著者ら)をメンバーとするTask Forceが組織された。このTask Forceにより検討されたVLBIの標準フォーマットはVDIF(VLBI Data Interchange Format)(図1)として、2009年のeVLBIワークショップ(スペイン)で国際VLBIコミュニティに承認され、これにより少なくともファイルベースでのデータ互換性が確保された。現在、各機関で開発されているVLBI観測システムにはVDIF形式のデータ取得が導入されつつある。NICTでは、VDIFを使ったUDP伝送のため独自でVDIF/SUDPプロトコルを開発・実装し、国際基線でのリアルタイムデータ伝送に使用されている(図2)。



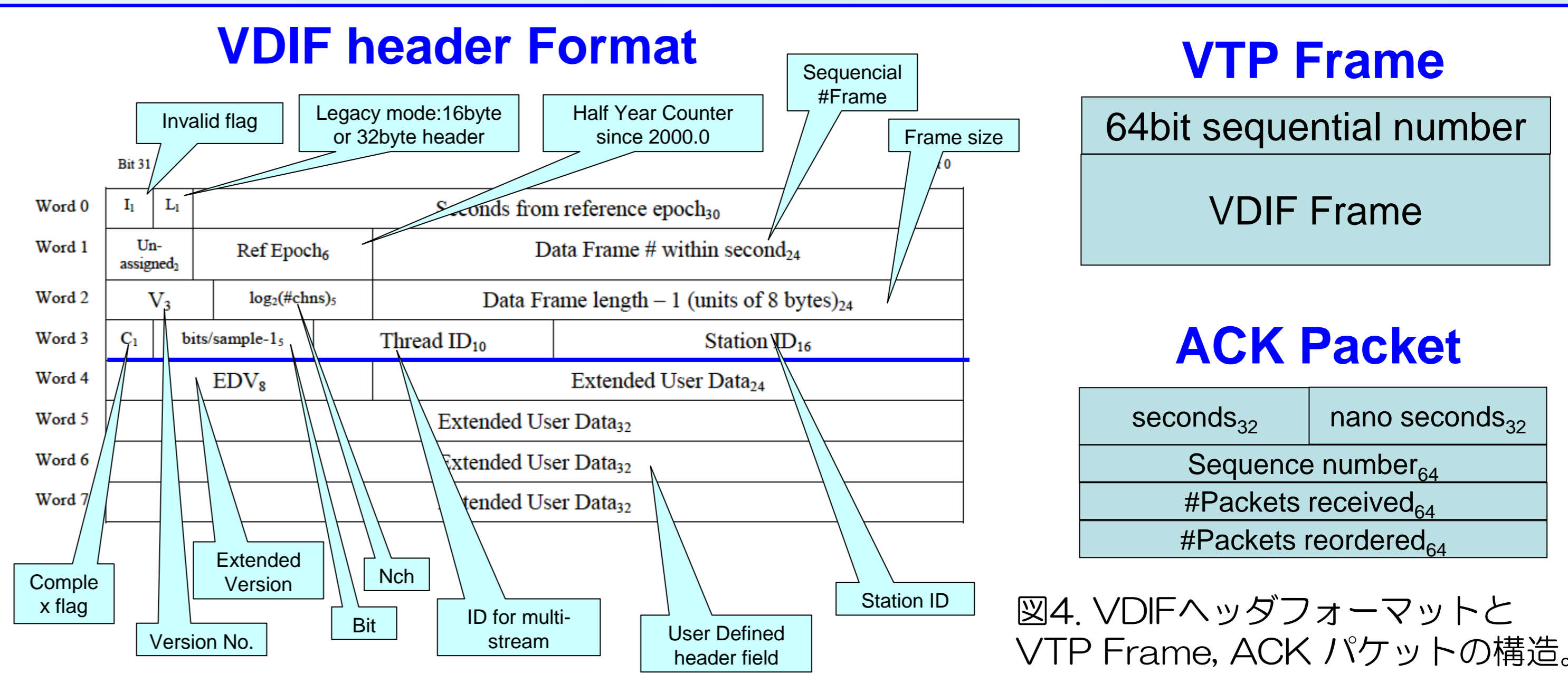
2. VLBI データ伝送プロトコルの必要性

図3に示した3つのデータ伝送方式のうち、(1)「ファイル転送」では汎用のファイル転送ソフトによりデータ伝送がなされるので議論の必要がない。(2)「TCP/IP」による伝送も、プロトコルに内蔵のフロー制御やパケットロスの回復などの機能によりオリジナルのデータが確実に宛先に伝送されるので、ユーザは特別なプロトコルを必要としない。但し、長距離のTCP/IP伝送では、一般に伝送距離の遅延に反比例してデータレートが低下する。比較的大きなエラーレート($<1.e-2$)を許容し、一定のデータレートでデータが生成されるVLBI観測のリアルタイム伝送には(3)UDP/IPによる伝送が最も適している。しかしUDPの場合、しかし、UDPの場合、送信したパケットが受信側に確実に届く保証はなく、パケットロスや送受信レートの制御などはユーザに任される。UDPはネットワークの輻輳状況と関係なく所望のレートで送信できるため、輻輳状態のネットワークの混雑を悪化させ、他のネットワーク通信を妨害するかもしれない。このためUDP/IPでVLBIデータを伝送するためには、伝送プロトコルを定める必要がある。

3. VTP(VDIF Transport Protocol)案の概要

標準フォーマットVDIFを検討したTask Forceにネットワークの専門家であるR. Hughes-Jonesを加えたメンバーにより、標準となるVDIFの伝送プロトコルVTPの検討が進められている。その要点は以下の2点である。

- (1) 64bitカウンタのヘッダ部
- (2) 受信ACKメッセージの返信(推奨)



- (1) 64bitカウンタのヘッダ部: VTPのフレームは、VDIFに64bitのカウントをつけただけの単純な構造であり、これを使ってパケットロスや受信データレートの計測を行う。受信後にはヘッダ部は除かれVDIFが記録される。
- (2) 受信ACKメッセージ(毎秒)の返信: これにより2つの機能が実現される。一つはflooding(*1)の防止であり、2つ目は送信側へ受信状況をフィードバックすることである。これにより送信側は受信側への到達レートやパケットロス率を知ることができ、フローコントロールや輻輳を避けるためのVDIFのストリーム送信を停止する機能が実現できる。

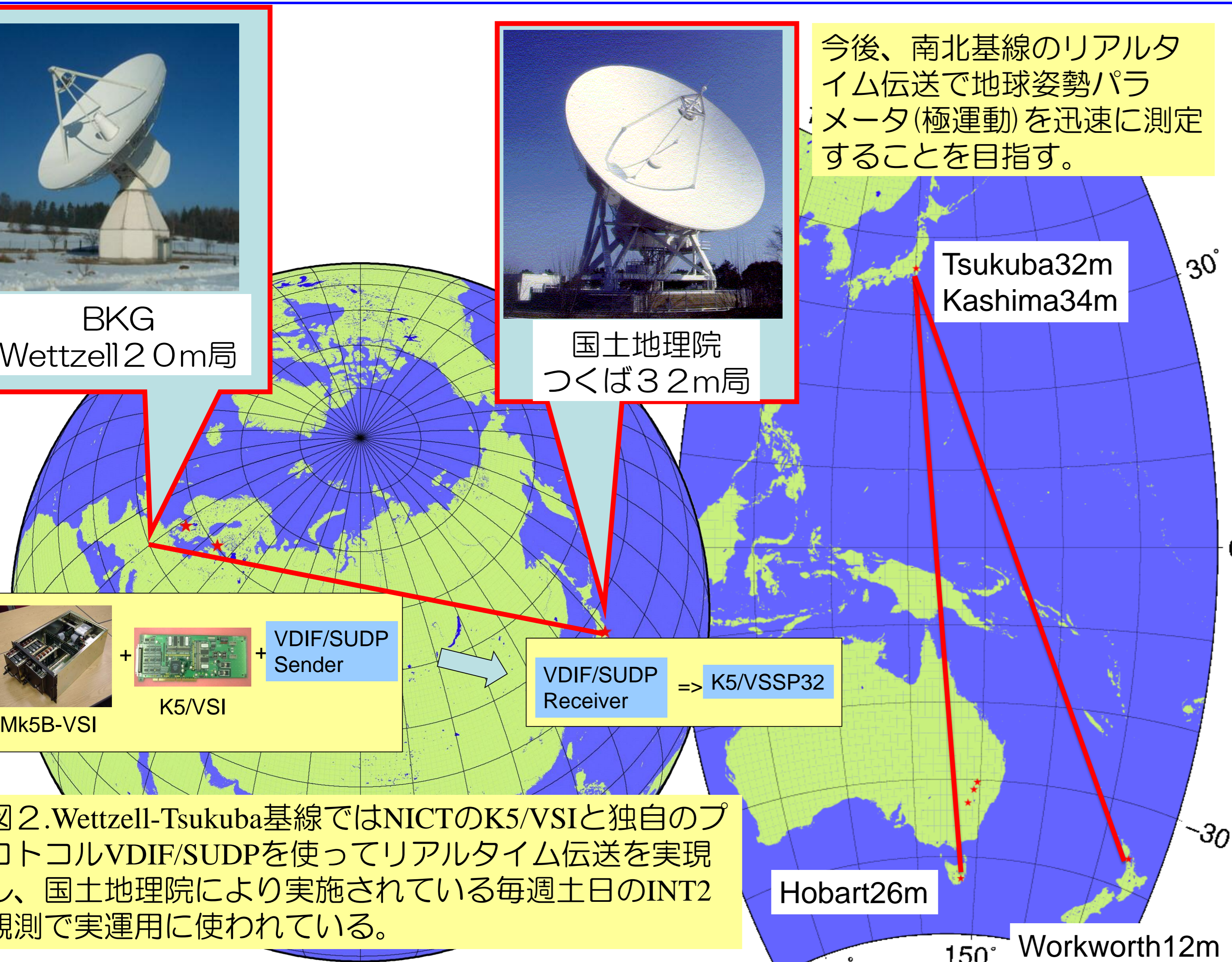
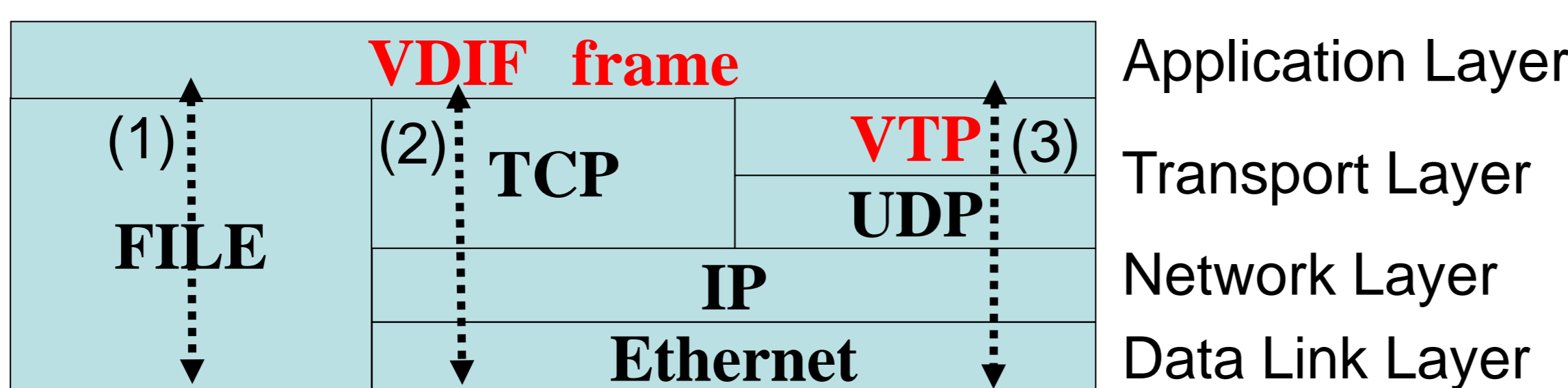
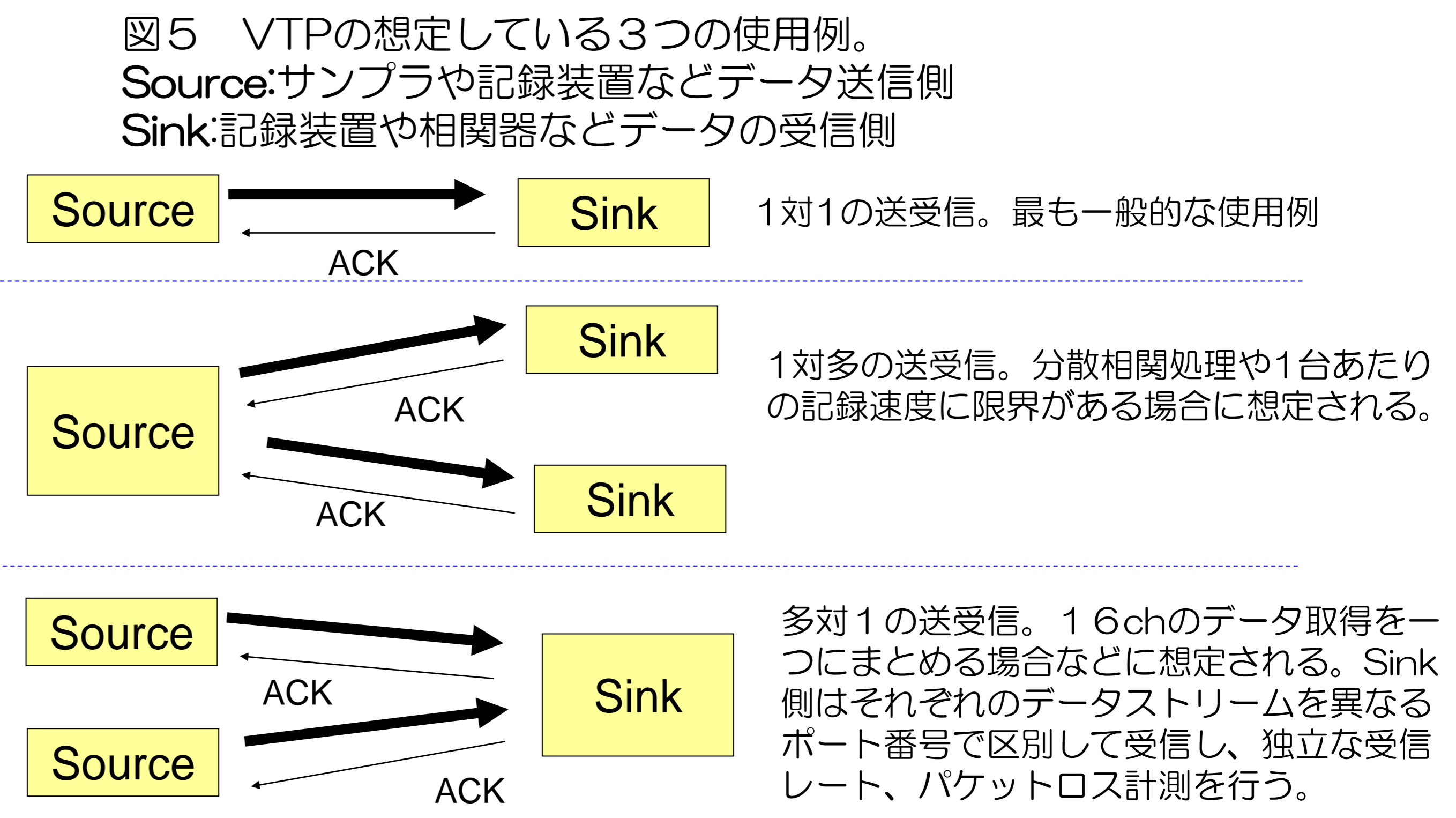


図3. ネットワークレイヤーモデルの中のVDIFとVTPの位置。VDIFはデータファイルとしてだけでなく、ネットワーク伝送を念頭にパケット伝送しやすいように設計されたフォーマットである。ネットワーク伝送には(1)ファイル転送、(2)TCP/IPによる転送、(3)UDPによる転送があるが、(1),(2)の場合には下位のレイヤーがデータの完全性を保証するので、VDIFをそのまま伝送すればよい。(3)の場合には、パケットロスの監視などの機能をもつプロトコルVTPをユーザが定義する必要がある。



E-VLBIワークショップで組織されたTask ForceメンバーによってVDIF仕様が決められ国際的な合意がなされた。VTPの仕様についても現在検討が進められている。



(*1) [flooding] ネットワークのスイッチはハードウェアアドレスであるMACアドレスを目当てにパケットの配送を行う。当初スイッチは自分の配下にどのようなハードウェアが接続されているかを知らないため上流からのパケットを全てのポートにコピー配信し、ポートから返事があった場合にそのポートにハードウェアアドレスがあることを記憶する。UDPでは返信パケットを必要とせず、上流への返信がなければスイッチはあて先のMACアドレスがどのポートに接続されているかを知ることが出来ないため、DUPのストリームを全てのポートにコピー配信し続ける。これがfloodingであり、他のネットワーク通信が阻害される。