

# IVS WG4 -VLBI Data Structures- 活動報告

瀧口 博士<sup>1</sup> ([htaki@nict.go.jp](mailto:htaki@nict.go.jp)), Thomas Hobiger<sup>1</sup>, IVS WG4 Members, 小山 泰弘<sup>1</sup>, 近藤 哲朗<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構 光・時空標準グループ, <sup>2</sup> 情報通信研究機構, <sup>3</sup> 亞洲大学

*Abstract:* 国際 VLBI 事業 (IVS) における標準 VLBI データフォーマットは, 30 年以上前に設計されたものであり, VLBI2010 を見据えた場合, より現代的な柔軟で拡張性の高い新しいデータフォーマットの策定が必要である. Working Group 4 では, この新しいデータフォーマットについて議論が始まったので, これまでの経過を報告する.

## 1 はじめに

国際 VLBI 事業 (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry; IVS) における標準 VLBI データフォーマットは, 1970 年代中頃, 米国航空宇宙局 (NASA) のゴダード宇宙飛行センター (GSFC: Goddard Space Flight Center) において, VLBI 解析ソフトウェア *calc/solve* 用に設計されたものである. 30 年以上前に設計されたにも関わらず現役で使用され, IVS の標準となっている事は驚くべき事である. しかしながら, 独自フォーマットを採用している事から, データの読み書きに専用ソフトウェアが必要である事, 古い仕様の為, データの取扱処理が遅い事,  $\pi$  などの現在ではデータとして格納する必要のないもの, *calc/solve* でしか使用されないものまで含まれている事などの問題点が指摘されている. また IVS では, VLBI2010 として次世代の国際測地 VLBI システムの検討を進めてる [1] が, この VLBI2010 の規格には現在のデータフォーマットでは十分に対応出来そうに無い事が指摘されている [2].

このような状況のもと, IVS Working Group 4 (VLBI Data Structures) が設立され [2], より現代的な柔軟で拡張性の高い新しいデータフォーマットを策定する議論が始まった. 筆者は, この WG4 のメンバーとして議論に参加している事から, これまでの経過を報告する.

なお, 本報告は, WG4 の議長である John Gipson 氏による, IVS General Meeting における Presentation & Proceedings と, WG4 Mailing list や, TeamSpeak での議論をもとにしている. また, 全て議論の段階の内容であり, 今後の議論で変更される可能性がある事に注意されたい.

## 2 Working Group 4

表 1: IVS WG4 Members.

IVS Working Group 4 設立の経緯は, 2007 年の IVS Analysis Workshop に於いて, VLBI data structure の改修が話題に挙った事から始まる. その後, IVS Directing Board meeting に於いて, John Gipson 氏により WG4 設立申請がなされ, 承認され, 議長に John Gipson 氏が就任した. 2008 年には, IVS General Meeting に於いて, 最初のミーティングが行われた. 2008 年 8 月には, WG4 Mailing list が始動し, 9 月から Teamspeak によるネットワーク会議が始まった. 初期メンバーは, John Gipson 氏によって集められ, その後多少入れ替わりがあったが, 2008 年 12 月時点でのメンバーを表 1 に示す. 筆者は, 情報通信研究機構で開発された K5 システム担当として, Mailing list 始動時に加わった.

Chair	John Gipson
Analysis Coordinator	Axel Nothnagel
Haystack/Correlator Representatives	Roger Cappalo
GSFC/Calc/Solve	David Gordon
IAA/QUASAR	Sergey Kurbodov Elena Skurhina
JPL/Modest	Chris Jacobs
Occam	Oleg Titov Johannes Boehm
Main Astronomical Observatory/Steelbreeze	Sergei Bolotin
Observatoire de Paris/PIVEX	Anne-Marie Gontier
NICT	Thomas Hobiger Hiroshi Takiguchi

### 3 現在のデータフォーマット ( Mark III Database ) の問題点

前述の通り、現在の IVS 標準データフォーマットには幾つかの問題点が指摘されている。以下に、現在のデータフォーマットの特徴をまとめる。

- 独自フォーマット： データの読み書きに専用ソフトウェアが必要。
- 設計が古い：データの取扱処理が遅い、必要のないデータ ( e.g.  $\pi$  ) や、使用しないデータ ( e.g. Partial Derivatives ) がある。
- 柔軟性、拡張性に欠ける。
- Redundancy
  - 設計時、1 基線・1 帯域を想定していた為、基線に関連する局の情報などが冗長的に格納されている。基線の数を  $N$  とすると、基線が増えるにつれ、冗長データは  $(N - 1) \times N/2$  増える事になる。冗長するデータの種類を表 2 に、基線数と冗長データ数、格納効率の関係を表 3 に示す。
- VLBI2010 対応が不十分
  - 多周波、多ビット、小型で高速なアンテナによる観測量の増大に対応出来ない。

表 2: Types of VLBI data associated with an observation.

Baseline Dependent	Station & Scan Dependent	Scan Dependent
Delay	Met Data	Source
Rate	Elevation	Epoch
Ambiguity	Phase Calibration	EOP
Ionosphere Calibration	Cable Calibration	etc.
etc.	etc.	

表 3: Data redundancy and storage efficiency for VLBI data types.

Scan Size		Data Redundancy			Storage Efficiency		
Stations	Baselines	BL	Stat	Scan	BL	Stat	Scan
2	1	1	1	1	100%	100%	100%
3	3	1	2	3	100%	50%	33%
5	10	1	4	10	100%	25%	10%
10	45	1	9	45	100%	11%	2%
15	105	1	14	105	100%	7%	1%
20	190	1	19	190	100%	5%	1%
32	496	1	31	496	100%	3%	0%

## 4 目標とするデータフォーマット

最終的に新しく策定するデータフォーマットは、現在のデータを処理可能である事、変換ソフトウェアで変換可能にする等の方法で現在の VLBI ソフトウェアで使用可能である事、VLBI2010 やその先での要求に対応可能である事が前提条件となる。その目的に合うなら既存のデータフォーマットを採用する事も考えられている (e. g., NetCDF, FITs, HCDF4, HCDF5)。以下に、現在検討中の目標とするデータフォーマットの特徴を挙げる。また、データフォーマットに含めるデータのリストを表 4 に示す。現在、ここに挙げた特徴、データリストについて議論を行っている。

1. Provenance
  - データの起源及び処理過程を全て記録する。
2. Compact
  - Redundancy を最小限に抑え、データ容量を小さくする。
3. Accessible
  - データの取り扱いを簡単にする。専用ソフトウェアを必要としない様にする。
4. Cross platform/OS/language support
  - OS, 使用言語に依らない仕様にする。
5. Speed
  - データ処理の高速化を図る。
6. Extensible
  - 将来新しいデータタイプを加える事が可能な仕様にする。
  - e.g. source-maps, antenna temperature, system gain information
7. Completeness
  - 解析を最初からやり直せる様に、全てのデータを記録する。
8. Separable
  - 必要なデータのみ取り出せる様、データを区分して格納する。
9. Decoupling
  - 観測データを他のデータ (モデル) と切り離して格納する。
10. Different levels of abstract
  - ユーザーの要求に応じたレベルを設定すると共に、必要に応じたデータのみを提供出来る仕組みを作る。

## 5 Teamspeak & Mailing list での議論と今後の予定

2008 年 8 月に、WG4 Mailing list が始動し、同年 9 月から Teamspeak によるネットワーク会議が月 1 度のペース (9/19, 10/31, 12/12) で行われている。これまで、現在のデータフォーマットに含まれるデータ (Mark III database の Lcode) の選定、ファイル名に使用されている日時表示の変更、netCDF を使用する案などの話題があった。

現在、John Gipson 氏によって、新しいデータフォーマットに関する Proposal と、現在のデータフォーマット (Mark III Database) との変換点の詳細レポートが準備されている。また、netCDF を使ったデータ構造に関するレポートをウィーン工科大学の Johannes Boehm 氏が作成中である。これらのレポートが出来次第、議論が再開される予定である。

WG4 の予定活動期間は、2010 年の IVS General Meeting までである。このミーティングまでに、新しいデータフォーマットの詳細を決定し、Summary report を提出しなければならない。重要な事柄の決定

は、ML や Teamspeak では十分な議論・意思疎通が行えないので、face to face ミーティングで行われる事になると考えられる。次の face to face ミーティングは、3月26日にフランスのボルドーで行われる予定である。

表 4: Partial list of data to be included in new format.

<b>VLBI data</b>	
Correlator output	
Original fringed data	Refringed data (if any)
Editing criteria	
Group delay ambiguity	Phase delay ambiguity
Fully calibrated and ambiguity resolved group delay	Fully calibrated and ambiguity resolved phase delay
<b>VLBI calibrations</b>	
Raw Phase calibration	Modified Phase calibration
Raw Cable calibration	Modified Cable calibration
Other raw calibrations	Other modified calibrations
<b>Associated data</b>	
Raw met data	Calibrated met data
Location of met sensors	
Physical antenna temperatures	Antenna height measurements
System temperatures	Gain measurements
Pointing measurements	Source maps
<b>Geophysical models/effects</b>	
Pressure loading	Ocean loading
Calculated mapping functions e.g., VMF	Slant path delay
Earth orientation parameters	
<b>Miscellaneous files</b>	
Schedule file	Experiment notes
Log files	Emails
Correlator summary	

## 6 おわりに

Working Group 4 で始まった、新しいデータフォーマットについての議論の経過を述べた。繰り返しになるが、紹介した内容は全て議論の段階であり、今後議論を深めて決定していく予定である。また、WG4 では広く賛成・反対などの意見・要望を集めている。ML の内容閲覧・投稿は、IVS の Web ページ (<http://ivscc.gsfc.nasa.gov/about/wg/wg4/index.html>) から可能である。WG 4 への意見がある場合は、ML へ投稿、もしくは筆者に連絡頂きたい。

## 参考文献

- [1] Niell, A., A. Whitney, B. Petrachenko, W. Schluter, N. Vandenberg, H. Hase, Y. Koyama, C. Ma, H. Schuh, G. Tuccari, VLBI2010: Current and Future Requirements for Geodetic VLBI Systems, *International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2006 Annual Report*, NASA/TP-2007-214151, 2007.
- [2] John M. Gipson, IVS Working Group 4 on VLBI Data Structures, *The 5<sup>th</sup> IVS General Meeting Proceedings*, p. 11-19, 2008.