

Belle データ一部損失に関する検証委員会報告書

2013 年 3 月 8 日

Belle データ一部損失に関する検証委員会

2013年3月8日

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 御中

Belle データ一部損失に関する検証委員会

委員長 上原 健一

委員 滝川 邦昭

委員 瀧澤美奈子

委員 福島登志夫

委員 三浦 謙一

委員 山口 卓男

目 次

1.調査の概要.....	1
1.1 委員会設置の経緯.....	1
1.2 調査の目的と構成.....	1
1.3 調査期間.....	2
1.4 調査方法.....	2
2.データ『消失』について.....	2
2.1 データ消失の経緯.....	2
2.2 要因.....	4
2.3 検証委員会としての検討.....	6
2.4 過失の内容.....	7
3.データ一部消失の影響.....	8
3.1 研究への影響.....	8
3.2 教育への影響.....	9
3.3 総合的な影響と定量的な損害について.....	9
4.防止策への提言.....	10
4.1 機構としての情報セキュリティポリシーを確立すること.....	10
4.2 科学実験データの保存についての議論と未来への取組みを推進すること.....	10
4.3 適切なプロジェクト管理基準を検討すること.....	11
4.4 業務体制の点検を行うこと.....	12
5.結論.....	12
6.おわりにあたって.....	12

1.調査の概要

1.1 委員会設置の経緯

高エネルギー加速器研究機構（以下、「機構」という。）では、データ解析用計算機システムの更新に伴い、平成23年6月から同24年1月にかけて Belle 実験のデータ移行を行った。新計算機システムは平成24年4月から稼働したが、稼働開始後、データの一部を損失していたことが、同年7月に判明した。このため、本機構では緊急に研究者による調査委員会を同年8月に設置し、同委員会から事案の経緯と技術的内容に関する報告を同年11月に得た。これを受け、本機構は、調査委員会の分析の妥当性を確認するとともに、本事案の要因を総合的に分析し、今後の類似事案の再発を防止する方策の策定に資する必要があると判断し、新たに機構外の有識者で構成する検証委員会（以下、「検証委員会」という。）を設置することとした。

1.2 調査の目的と構成

検証委員会は民間人を含む数名の外部委員で構成され、以下の審議を行うこととなった。

- (1) 調査委員会における分析の妥当性の確認
- (2) データ欠損による研究への影響、損害の定量化、背景事情、責任体制等の総合的分析
- (3) 今後の防止策及び類似事案の取扱い手順に関する提言

検証委員会の構成は、以下のとおりである。

委員長	上原 健一	(国立大学法人筑波大学産学リエゾン共同研究センター教授)
委員	滝川 邦昭	(公認会計士、システム監査技術者)
委員	瀧澤美奈子	(科学ジャーナリスト)
委員	福島登志夫	(大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター長 教授)
委員	三浦 謙一	(大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立情報学研究所 名誉教授 学術基盤推進部特任教授)
委員	山口 卓男	(弁護士法人筑波アカデミア法律事務所 弁護士)

なお、検証委員会は、あくまで中立・公正な立場から上記審議事項について見解を述べるものであり、関係者の法的責任の追及などは、機構自身の判断に委ねられる。

1.3 調査期間

2013年2月15日から2013年3月8日まで

第1回委員会 2013年2月15日

第2回委員会 2013年2月25日

第3回委員会 2013年3月4日

第4回委員会 2013年3月8日

1.4 調査方法

検証委員会は、本報告書を作成するに当たり、機構から開示された資料、各委員会に出席した機構の役員・職員に対するヒアリングにおいて取得した事実、及び、一般に入手可能な公開情報に基づき調査を行った。

2. データ『消失』について¹

以下では、検証委員会に先立ち機構により行われた調査委員会の調査報告「Belle データ損失調査委員会 最終報告書（2012年11月6日付）」（以下「調査委員会報告書」と言う）²に沿って概要を説明する。

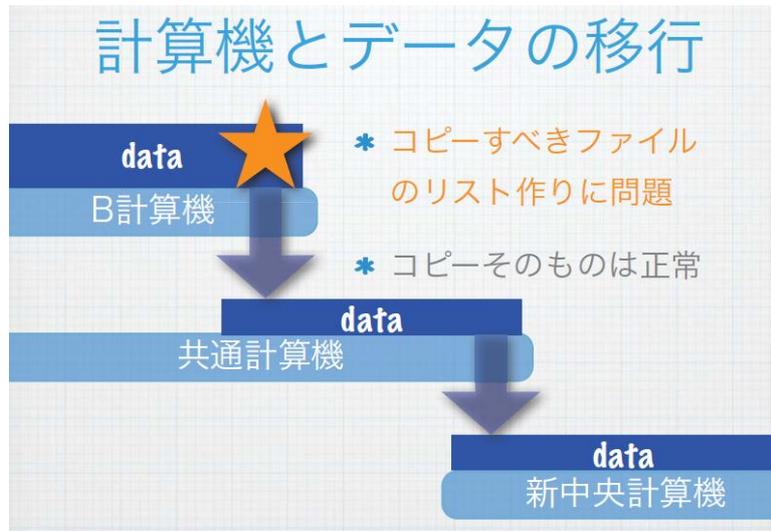
2.1 データ消失の経緯

- (1) “KEK³Belle 実験がデータ解析に使用していたBファクトリー計算機システム（以下B計算機）は、2012年2月に運用が終了した。それに伴い、B計算機に付属していた大容量ストレージシステム（HSM）に蓄えられていた大量のデータを、2012年4月から運用が始まったKEK中央計算機システム（以下新中央計算機）に移行する作業が行われたが、その際に大量のデータが失われた。”
出典：第1回委員会 資料3-2 3頁より引用

¹ 検証委員会では、検証作業を始めるにあたり、機構が用いている「データ損失」という用語は、事案の整理のために適切でないと判断した。『損失』という用語には、“利益ないし価値をうしなうこと”という価値判断の要素をはじめから含んでいる。そのため、事象の経緯を把握するためには、価値判断から切り離して、データが消えたという意味での『消失』を用いることとした。

² 第1回委員会資料3-2

³ KEKは、機構のことを指す。



図の出典：第 1 回委員会 資料 3-1

「Belle データ損失調査委員会報告」スライド 10 (パワーポイント資料)

注：データ移行は、B 計算機→(旧) 共通計算機→新中央計算機という順番に 2 段階で行われた。

- (2) “コピーすべき directory のリスト、全てのファイルのリスト、コピーするように選ばれたファイルのリストを山中⁴が解析して調べた結果、容量で 29%、ファイルの個数で 62%がコピーされなかった。”

出典：第 1 回委員会 資料 3-2 10 頁より引用

表 1: コピーされなかったファイルの容量と個数でみた比率。users と subdirs は subdirectories 内のファイルも全てコピーするように指定された。

種類	コピーされなかったファイルの容量比	コピーされなかったファイルの個数比
全て	530 TB/1820 TB = 29%	203 万/330 万 = 62%
raw data	180 TB/1010 TB = 18%	7.7 万/24.7 万 = 31%
low multi. (dst のうち、low multi のみ)	8.11 TB/20.4 TB = 40%	0.92 万/2.30 万 = 40%
DST (all-mdst, skim-mdst, 上の low multi 以外の dst)	98.8 TB/301 TB = 33%	26 万/62 万 = 42%
MC generator	22.6 TB/22.6 TB = 100%	5.0 万/5.0 万 = 100%
background	0.85 TB/0.85 TB = 100%	1.2 万/1.2 万 = 100%
users	206 TB/448TB = 46%	151 万/220 万 = 68%
subdirs	11.4 TB/13.4 TB = 85%	11 万/15 万 = 76%

表の出典：第 1 回委員会 資料 3-2 10 頁 点線の枠は、強調のため追記。

⁴Belle データ損失調査委員会委員長

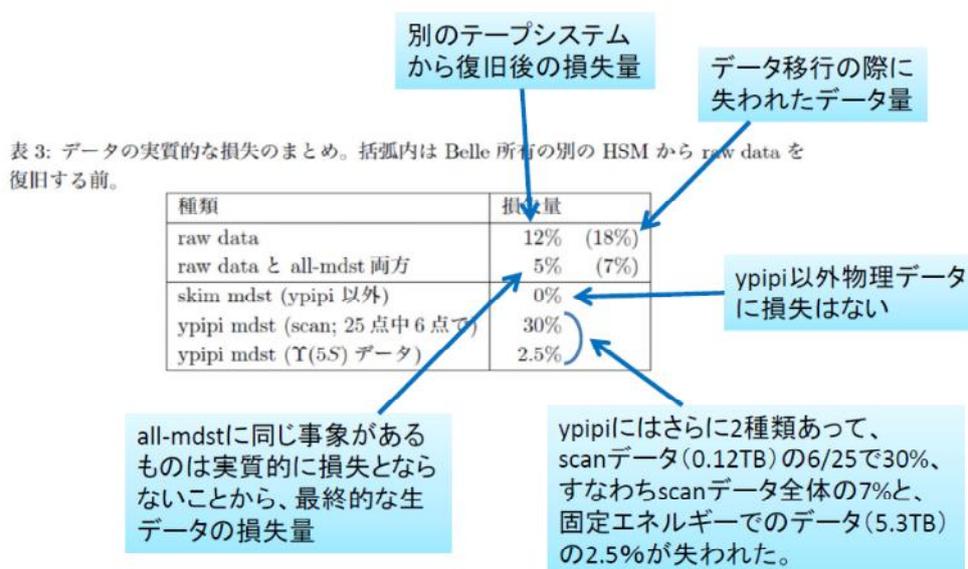
- (3) “HSM⁵に使われた磁気テープはB 計算機の運用停止後、4 月 20 日⁶までに全て消去されたため、磁気テープからのデータ復旧は不可能である。”

出典：第1回委員会 資料3-2 12 頁より引用

機構がデータ消失に最初に気付いたのは、元データ消去後の 2012 年 5 月 17 日である。(第1回検証委員会資料5-1 別表1 頁より)

- (4) データ消失判明後、各所にあった複製データ等により復旧した結果、最終的なデータ消失は、生データの5%、および特殊実験 (ypipi と呼ばれている。) のデータの一部となった。詳細は、下表のとおりである。

調査委員会報告書の表3の解釈について



図の出典：第1回 委員会 資料4-1 スライド9 (パワーポイント資料)

2.2 要因

- (1) “データ損失の直接の原因は、■■ (■■)⁷がコピーする directory のリストから作成したファイルリストに間違いがあり、抜けおちたファイルがあったためである。それに気付かずにコピーを行ったため、最終的にファイルを消失する事態となった。”

出典：第1回委員会 資料3-2 14 頁より引用

⁵大容量ストレージシステムのことを意味する (前記2.1(1))。

⁶ 2012年4月20日

⁷ 協力業者

(2) 作成されたファイルリストに脱漏が生じた技術的な理由としては、①プログラムの問題、②ファイル作成を行った計算機のOSのバグ等が推定されているが、調査委員会の調査時点（2012年8月以降）では、すでにこれら計算機は撤去され、プログラムは廃棄されていたため、実証までには至っていない。
（第1回委員会 資料3-2 15～16頁からの要約と第1回検証委員会質疑応答ヒアリング内容より）

(3) 体制の問題としては、次の点が指摘された。

- ① “約2PBytes⁸の重要なデータを移行するプロジェクトとしては、人数が少ない。”
- ② “指定した directory 中のファイルのリストを作る段階についてはクロスチェックされていなかった。”
- ③ “責任体制が曖昧であった。”

出典：第1回委員会 資料3-2 16～17頁より引用

(4) 背景要因については、次の点が指摘された。

- ① “データ移行にかけられた予算が不足していた。”

“データ移行の作業を、改めて正式に契約することができず、業者に「協力」という形でしか作業を依頼できなかった。このために、責任体制が不明確になった。”

- ② “新中央計算機の運用とB計算機の運用期間にオーバーラップがなかった。”

“データを移行している間に、ユーザがすぐにそのデータを用いて解析を行い、調べることができなかった。このために、問題の発見が遅れた。”

“問題があることがわかった時点ではB計算機のデータは既に消去されており、コピーしなおすことができなかった。”

- ③ “データ移行に与えられた期間が約7ヶ月と短かった。”

“当初、現場ではB計算機が停止してから1年をかけてデータを移行する計画でいたが、急に短期間でデータを移動することになり、そのための開発や試験を行う時間が足りなかった。”

“限られた期間内にデータを移動するために、必要な directory のみを選んでコピーすることになった。このために作業が複雑になり、今回のようなスクリプト⁹の間違いが入り込む余地を残した。”

⁸ 「PByte」は、情報量の単位。1PByte=1,000TByte=1,000,000GByte=1,000,000,000MByteである。

⁹ 一種のプログラムのこと。

“期間内にコピーを終えることが最重要課題となり、突き放した視点からのチェックがおろそかになった。”

④ “計算機関係の人不足。”

“作業量と作業の大変さは認識されていたが、十分な人数を割り当てる事は難しかった。さらに担当者は他の責務もあり、十分に移行作業に目を行き届かせる事ができなかった。”

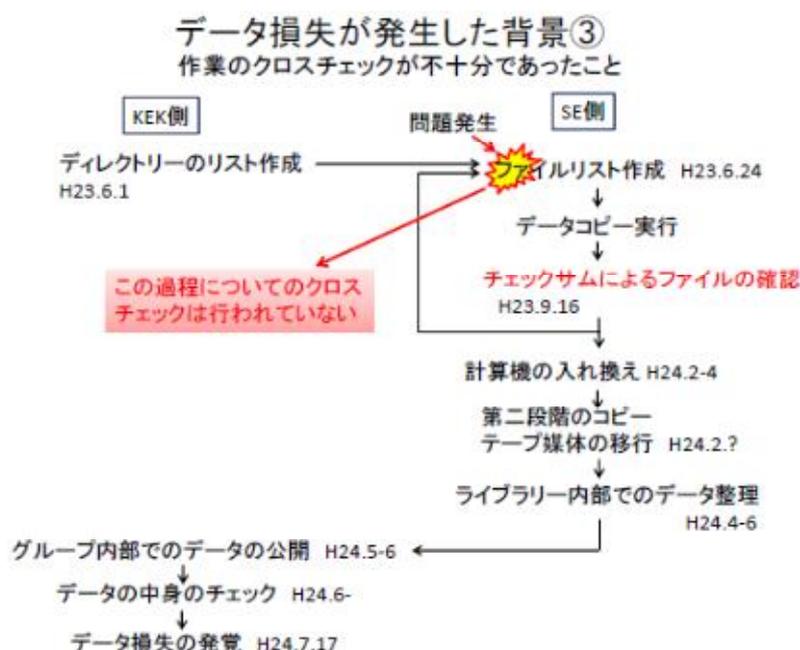
出典：第1回委員会 資料3-2 17～18頁より引用

2.3 検証委員会としての検討

今回のデータ移行が行われたのは、2011年6月から2012年1月の期間であり、この間にコピーされるべきファイルの一部に脱漏が生じていた。そして、元データは、2012年4月20日までは消去され、このことによりデータの消失が生じた。機構がデータ消失の兆候に気付いたのは2012年5月中旬であり、移行されたデータが新計算機で全て使用可能となり、大規模なデータ消失を明確に把握できたのは、2012年7月頃となっている。問題となったデータ消失は、対象としたデータの容量比で29%、ファイル個数比で62%に及ぶ大規模なものであった。

しかし、各所にあった複製ファイル等からの復旧により最終的に消失したデータの相当部分は回復された。経緯からみれば、データ消失が限定された範囲にとどまったのは、幸運だったと言うほかない。

今回のデータ消失の経緯を改めて要約すれば、次のようなものとする。



図の出典：第1回委員会 資料4-1 スライド16（パワーポイント資料）

- (1) 機構側作業者が移行すべきファイルを確定し、協力業者に移行ファイルリスト作成を指示した。
- (2) 協力業者側作業において、使用計算機システムのOSのバグ、あるいは、プログラムミスなどにより、移行すべきであった一部ファイルが移行ファイルリスト作成時に、このリストから漏れた。
- (3) 機構側はこれが不完全な移行ファイルリストであること（本来移行すべきファイルの一部がリストに入っていないこと）に気付かなかった。
- (4) この不完全な移行ファイルリストに基づいてデータ移行が実施された。このため、この移行ファイルリストにないものは移行されなかった。
- (5) データ移行後、真に必要なデータが移行されたのかについての検証は行われなかった。
- (6) 元データが保管されていた計算機の撤去後、リース業者側にて元データが消去された。
- (7) 元データが消去された後にデータの消失が判明した。
- (8) 機構内のデータ以外に、別機関に一部保存してあったデータも利用し、復旧に努めたが、一部のデータは他にコピーがなく回復できなかった。
- (9) 別機関に保存してあったデータについても、保存作業の過程において、同種のプログラムミス等によるデータ保存漏れがあったことが判明している。
- (10) データ消失の基本構造は、次のようなものであった。
 - ①データ転写リスト作成の不備（移行対象ファイルのリストからの一部脱漏）
 - +②正しい移行ファイル情報とデータ転写リストとの間のチェック不備（複数回）
 - +③元データ（原本）の消去（ファイル脱漏の発見前）＝「一部データの消失」

2.4 過失の内容

データ消失は不可抗力によるものではなく、過失行為に起因することは明白である。

データ回復が図られた結果、消失の範囲は大幅に縮小されたが、当初のデータ消失は大規模なものである。その原因は、データ移行作業にあっていた協力業者のファイルリスト作成の誤り、機構側担当者の検証不足、移行作業手順（移行計画策定、とくに元データ消去のタイミングなど）の不備の複合したものと捉えられる。

各関係者の問題点については、次のように考える。

- (1) 協力業者：移行ファイルリスト作成の誤り。（仕様に対する確認不足を含む。）

(2) 機構側担当グループ：

① (1) のリストを十分に確認できていなかった。(移行ファイルリスト作成の確認段階で、重複ファイルや移行対象外ファイルが発見され、プログラムの修正が行われているので、作業グループが確認作業をもう少し注意深く行えば、未然にデータ消失を防止できた可能性はあったと推察される。)

しかし、膨大なファイル数(ファイル個数にして330万個)の移行作業であり、少ないスタッフが兼務で作業を行っていたことは、考慮しなければならない。彼らの最大の懸念事項は、通常の計算機運用を並行して行いつつ、他の業務も遂行しながら、期間内に膨大なデータを移行することであった。(今回のデータ移行作業が終了したのは、計算機のリース終了日の直前であった。)

②必要な作業工程の検討(特にチェック作業)が不十分であった。

(3) 機構側マネジメント層：

①データ移行計画の策定において、移行作業の予算、人員、時間などの資源配分について配慮が不足し、協力業者との間の契約管理が不十分となり、現場の負荷が過剰となる結果を招いた。

②データ移行に伴うリスクに対する配慮が十分でなかった。(全ファイルコピーの分散配置措置、もしくは移行確認後の元データ消去等の事前予防策検討を指示することなど。)

③実験データ等の重要性について事前に適切な評価がなされておらず、作業計画の策定において、移行データの規模と優先順位を踏まえた検討が不足していた。

④機構内の複数部署と外部企業による明確な作業体制(役割分担、責任体制)づくりを怠った。(データ移行作業は機構内の複数部署による協同作業であったが、一本化された実施体制を作る必要性を認識していなかった。)

⑤消失発生後、対応が遅かった。(このような事案発生への対応の仕組みを用意していなかった。)

3. データ一部消失の影響

3.1 研究への影響

データ消失により最終的に失われた(復旧ができなかった)のは、Belle 実験の生データ等の一部と Belle 実験の当初目的に含まれていなかった現象(ハドロン物理関連)の物理データの一部である。

Belle 実験が当初目的としてきた現象に関わる物理データは、復旧によりデータ消失

はない。

Belle 実験の成果は科学論文に結実されるが、実験が目指した当初目的に関わる科学論文に影響を与える物理データの消失はなかったため、今後発表されるであろう論文も含めて影響は生じない見通しである¹⁰。(既に発表した論文は、もちろん影響を受けない。¹¹)

Belle 実験の当初目的にはなかったが、学生に学位を取得させるために行ってきたハドロン物理現象の論文については、発表済みのものは影響ないが、今後発表を予定していた論文 1 編について、統計的精度が若干悪化するという影響が生じている。影響を受けたのは、博士課程の学生が作成中のものである¹²。ただし、指導教員からの報告によると、論文として発表することに支障は出ていないとのことである。

また、Belle 実験の研究者グループ（国内外）の代表者からは、今回データ消失の研究への影響は軽微であり研究上の支障はないとの連絡を受けている。¹³

3.2 教育への影響

データ消失により影響を受けたのは、上述 3.1. に述べた大学院生が博士取得のために執筆中であったハドロン物理分野の論文 1 編である。この論文が受けた影響は、指導教員から当該学生の学位取得に支障がない見込みであるとの報告を受けている。¹⁴

3.3 総合的な影響と定量的な損害について

これまで機構から提供された資料と質疑応答により得られた情報に基づく限り、現時点では、データ消失によって、具体的・現実的に損害が発生したとの事実は認められない。

ただし、このようなデータ移行の方式は問題が多く、今回は具体的・現実的な損害が認められなかったとしても、関係する研究者等に不安を与えたことは否めない。また、将来同種の事故により多大な損害が発生することが懸念され、機構の研究活動に対する国際的な信頼が失われることにもなりかねない。この点、機構には真摯な反省が求められる。

¹⁰ 今後発表の論文は、20 編が予定されている。(出典：第 1 回委員会 資料 4-1「失われたデータと研究への影響」スライド 13 より)

¹¹ 当初の研究計画の目的に関して、これまで発表した論文は、299 編。(出典：第 1 回委員会 資料 4-1「失われたデータと研究への影響」スライド 13 より)

¹² ハドロンの研究など副産物的成果に関連して、これまで発表した論文は、76 編。今後発表の論文は、20 編が予定されている。このうちの 1 編に影響が生じた。(出典：第 1 回委員会 資料 4-1「失われたデータと研究への影響」スライド 13 より)

¹³ 第 1 回委員会資料 4-3 Belle 実験グループボードからのレター

¹⁴ 第 2 回委員会添付資料③ 米国シンシナティ大学からのレター なお、これまでの Belle 実験に関連した博士号取得者は、130 名となっている。

4.防止策への提言

調査委員会報告書では、今後の対策の指針として、次の5点が示されている。(調査委員会報告書 18 頁)

- (1) 重要な作業に関しては、当事者以外のチェックが必要である。
- (2) プロジェクトの遂行に十分な人員と時間を充てる。
- (3) 作業の責任を明確にする。
- (4) データの保護の重要性を認識すべきである。
- (5) 計算機やソフトウェアの重要性を認識し、資源を確保すべきである。

これらの指針について適切であると認め、更に検証委員会としては、下記項目について提言する。

4.1 機構としての情報セキュリティポリシーを確立すること

情報セキュリティポリシーのデータ関連規定では、以下の点に留意することが重要である。

- (1) 情報の種類別に、保存期限を定める。
- (2) 重要性の高いデータについては、遠隔地での多重保管を行う。

*データ保存にはコスト(人的、金銭的、時間的)がかかるものであるから、その重要度に応じた最適な保存方針(場合によっては積極的廃棄も含めて)を策定し実行する必要がある。

*遠隔地保管は、他組織の任意ではなく、プロジェクトで規定された運用ルールとして、認識してもらうことが必要である。

*セキュリティ対策では、情報の重要性を可用性(データ消失のリスク)、機密性(漏えいのリスク)、完全性(改ざん、不正確なデータによるリスク)の観点から分類するが、今回は、「消失」の観点のみ記載した。

*今回は、移行時に発生した事故だが、今後もウィルスやプログラムミス、災害等でのデータ消失のリスクが存在する。具体的な「脅威」を想定した対策が必要となる。

4.2 科学実験データの保存についての議論と未来への取組みを推進すること

今後の加速器実験ではデータ量が飛躍的に増大する。またユーザとしての研究者数も増加する。このような状況に対処するためには、計算機資源管理の一元化を図り、責任体制を明確にすることが必要不可欠である。

また、データの保存・移行などに伴うポリシーの明確化と手順の標準化(マニュアル、ソフトウェアツールなど)が必要である。

特に今回のデータ消失の要因のひとつとして、ファイル名の付け方に自由度がありすぎたことが挙げられる。(調査委員会報告書 10～12 頁)

ユーザがファイルに任意の名前を付けるのは、データ保存の観点から問題であり、標準ルールを設ける必要がある。データの分散化、コピーなどデータの保全には最新の IT 技術を活用し、標準的な運用体制を敷くべきである。

今後はデータ・アーカイブの専任者を置き、組織的に管理することが必要となるであろう。

今回の事案では、そもそも得られた実験データは誰のものであるか、どのような段階のデータ（生データ、加工データ、解析データ等）を、いつまで、誰が責任をもって保持すべきかなどについても議論となった。今後のデータ保存と移行は、益々大変な作業となることが予想される。これは機構だけの問題ではなく、世界の同様な研究拠点が共通して抱える課題であろう。

また、他機関に置いた複製データが、先方の理解不足もあり不完全な形であったことが判明し、単純に複製を分散しておくだけでは不十分であることもわかった。

今回の事故を契機に、機構が他の類似研究機関に呼び掛け、巨大実験に関するデータ保存様式の標準化を推進してはどうであろうか。結果として、信頼性のあるバックアップ体制を世界の機関とともに確立できれば、機構の情報セキュリティも向上することにつながる。¹⁵

4.3 適切なプロジェクト管理基準を検討すること

重要なプロジェクトに関しては、プロジェクト・オーナー（マネジメント層）とプロジェクト・マネージャー（現場責任者）を決め、「計画策定」「進捗管理」「品質検査」の基準を明確にする。今回の事案では、最重要事項であるデータ量の把握（計画時点、完了時点）が不足していた。

*たとえば、経済産業省が策定したガイドラインである「システム管理基準」の「移行」の項目では、以下の手順が例示されている。移行完了の部分は、「テスト」に準じる¹⁶。

- (1) 移行計画を策定し、ユーザ、開発、運用及び保守の責任者が承認すること。
- (2) 移行作業は文書に記録し、責任者が承認すること。
- (3) 移行完了の検証方法を移行計画で明確にすること。
- (4) 移行計画に基づいて、移行に必要な要員、予算、設備等を確保すること。
- (5) 移行は手順書を作成し、実施すること。

¹⁵ 第2回委員会 添付資料⑥にあるように、機構も参加した国際的な検討として“Data Preservation in High-Energy Physics”という議論が進められている。

¹⁶ 経済産業省 「システム管理基準」（平成16年10月8日策定）

引用：http://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/docs/isaudit/system_kanrikijyun.pdf

- (6) 移行時のリスク対策を検討すること。
- (7) 運用及び保守に必要なドキュメント、各種ツール等は開発の責任者から引き継いでいること。
- (8) 移行は関係者に周知徹底すること。

4.4 業務体制の点検を行うこと

今回のデータ移行作業は、機構内部では複数部署が関わる作業であった。移行作業の責任体制が明示されていなかったために、移行データリストの確認という作業の基点で、どちらの部署が責任を持って確認を行うかが曖昧となっていた。いわばプロジェクト型の実験グループ組織と、定常業務組織との間のエアポケットに重要な作業が落ち込んでしまった。機構では類似の関係にある業務が他にも存在している可能性がある。

このような観点で機構内の各グループと定常組織間の業務関係について現場職員に対してヒアリング・アンケート等による点検を行い、業務責任部署の明確化や、場合によっては組織変更を行うこと、同時に現場職員が働きやすい環境や円滑な業務連携を実現する仕組みづくりに取り組んでほしい。

5. 結論

(1) 調査委員会報告書について

検証委員会は、調査の結果として調査委員会報告書が妥当なものであると判断する。

(2) 機構執行部の所見¹⁷について

調査委員会報告書に対する機構執行部の所見は、我々検証委員会の得た結論に照らして概ね是認できるところであるが、上記4. で指摘した事項を踏まえ、適切な改善策をとられるよう提言する。

6. おわりにあたって

今回の Belle 実験データ一部消失では、大量に消失したデータを復旧により軽減できたことは不幸中の幸いであった。Belle 実験グループの研究者や利用者からは、データ消失による具体的な損害を受けたとする報告はない。

結論として、今回のデータ消失は、Belle 実験のこれまでの成果の棄損や、今後の成果に影響を及ぼすものではなかった。

データ消失の直接的な要因は、ヒューマンエラーである。しかし、人はエラーする存在であり、プログラムや OS にもバグがつきものである。それらを前提として組織

¹⁷ 第1回委員会資料 5-2 「機構執行部の所見」

的、制度的な対策を考えておくことが求められる。今回の原因を個人的なミスに矮小化するべきではない。ある意味で機構の業務遂行上、内部に抱えるリスク要因と組織の課題を見出す機会となったと考えるべきである。

また、関係する研究者や職員には、余計な作業を発生させたことも事実である。これを機構は真摯に受け止め、今後の改善を図るべきである。

以上

参考資料

- [1] 第1回検証委員会資料 3-1 「Belle データ損失調査委員会報告」
- [2] 第1回検証委員会資料 3-2 「Belle データ損失調査委員会 最終報告書」
- [3] 第1回検証委員会資料 4-1 「失われたデータと研究への影響」
- [4] 第1回検証委員会資料 4-3 Belle 実験グループボードからのレター
- [5] 第1回検証委員会資料 5-1 「Belle 実験データの一部損失に関するヒアリング（概要）」
別表 Belle 実験データの一部損失に関するヒアリング調査シートの取りまとめ
- [6] 第1回検証委員会資料 5-2 「機構執行部の所見」
- [7] 第2回検証委員会添付資料③米国 Cincinnati 大学 Prof. Kinoshita からのレター
- [8] Status Report of the DPHEP Study Group:
“Towards a Global Effort for Sustainable Data Preservation in High Energy Physics”
<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1205/1205.4667.pdf>
- [9] 経済産業省 「システム管理基準」（平成16年10月8日策定）
http://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/downloadfiles/system_kanri.pdf