

2016年度 修士論文

オリンピック公式競技情報配信(ODF)の成立と

IT技術の進歩に伴う変容

History of Olympic Data Feed and IT Technology

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科

スポーツ科学専攻 トップスポーツマネジメントコース

5016A319-3

山端 祐子

研究指導教員： 平田 竹男 教授

目次

第1章	序論	1
第1節	研究の背景	1
第1項	オリンピック大会の規模	2
第2項	オリンピック大会運営に利用される IT システム	3
第3項	オリンピックマーケティング	9
第2節	先行研究	10
第3節	研究の目的	11
第2章	研究方法	12
第1節	対象	12
第2節	調査内容	12
第3節	分析方法	12
第3章	研究結果	13
第1節	オリンピック各大会における IT に関する状況	13
第2節	オリンピック大会における情報配信の仕組みの変遷	14
第1項	第1期：大会毎システム構築	14
第2項	第2期：インターネット普及	14
第3項	第3期：ODF 開発と適用	16
第4項	第4期：クラウド移行期	18
第5項	結果のまとめ	20
第4章	考察	21
第1節	基幹システムクラウド化によるメリット	21
第2節	開催都市と IT 拠点の分離によるメリット	21
第3節	遠隔オペレーション態勢の考慮点	22
第4節	ソリューション化の可能性	23
第5節	研究の限界	23
第5章	結論	24

[謝辞](#)

[文献目録](#)

図表目次

図 1	オリンピックにおける情報配信の仕組みのイメージ	1
図 2	夏季オリンピック大会参加国数と選手数	3
図 3	オリンピック IT システムの構造	3
図 4	アクレディテーションカード	5
図 5	CIS(左側ディスプレイ)を利用しながら放送するアナウンサー	5
図 6	リオ大会 IT システム概要構成	6
図 7	クラウドサービスのタイプ	7
図 8	ODF 文書の構造	8
図 9	第 2 期における機能配置のイメージ	16
図 10	第 3 期ロンドン大会における機能配置のイメージ	17
図 11	第 4 期リオ大会における機能配置のイメージ	18
図 12	第 4 期 平昌大会における機能配置のイメージ	19
表 1	システム開発工程	4
表 2	代表的なクラウドサービス	7
表 3	主要な国際スポーツ競技大会の開催状況	9
表 4	過去 5 期のオリンピックマーケティング収入	10
表 5	オリンピック大会 IT システム状況	13
表 6	オリンピック IT システム変遷のまとめ	20
表 7	TTOC と開催都市の役割分担	23

第1章 序論

第1節 研究の背景

我々が目にするオリンピック大会の映像には、各種の情報が付加されている。例えば、競技会場で計測されたデータが、競技会場内の電光掲示板やテレビ画面の字幕として瞬時に表示され、あるいは大会ウェブサイトやソーシャルメディアなどに配信され、テレビ、パソコンに加えて近年は携帯電話やタブレットなど多様な媒体で受け取ることができるようになってきた。その仕組みを支えるのがコンピュータシステムであることは容易に想像できるが、当たり前のように見ているあの緻密な仕組みの裏側にはオリンピックの長年の歴史に伴って発展してきた情報配信の仕組み（図 1）があることはあまり知られていない。

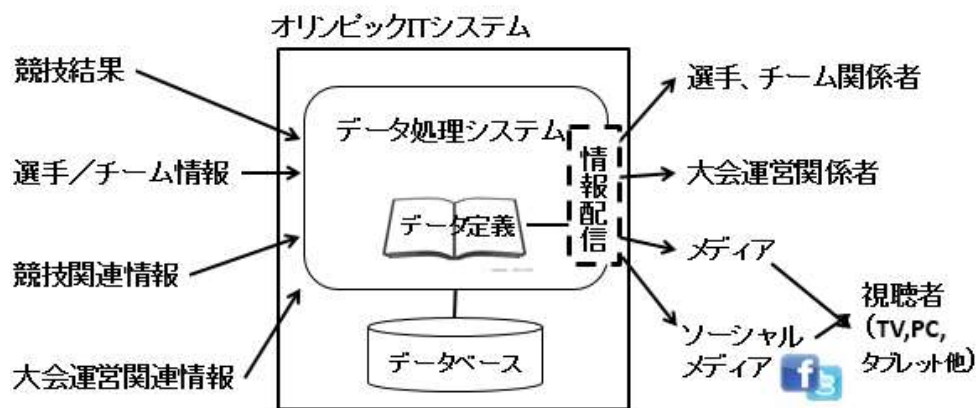


図 1 オリンピックにおける情報配信の仕組みのイメージ（筆者作成）

オリンピック大会の運営に用いられる Information Technology(以下、IT)システムは、専用のアプリケーション、その基盤となる IT インフラ、つまり基本ソフトウェア群や通信機器及びネットワークと、それを収容する施設や設備とが一体になって初めて安定稼働が可能となる。オリンピック大会で競技結果計算のためにコンピュータが初めて用いられた 1960 年スコーバレー大会以降、IT システムは大会運営に不可欠な要素となっている。

筆者は、1996 年アトランタ大会と 1998 年長野大会において、当時 IT カテゴリーの IOC(International Olympic Committee)スポンサーであった IBM の技術者として両大会の現場業務に従事し、大会関係者向け情報提供システム (Info'96 および Info'98) のシステム開発と大会本番運用に携わった。アトランタ大会では、大会期間中を通して、IBM が構築した IT システムに広範囲に渡り大規模なシステム障害が発生した。例を挙げると、競技会場内の放送関係者や電光掲示板等への競技結果の配信遅延、情報提供システムが提供するデータ内容の誤りや漏れ、また表示データ更新タイミングの不備などで、障害は多岐にわたり、特に放送関係者に多大な影響を及ぼした。

この結果、IBM は各方面とりわけ放送関係者から激しい非難を浴びた。これは、改めてオリンピックビジネスにおける IT システムと報道機関との密接な関係を認識させられる事態であったと共に、報道機関が支払う巨額の放送権料への対価として求められるのは、IT システムの安定稼働とそこから配信されるタイムリーかつ正確な競技情報であることを思い知らされる出来事であった。

IBM は 2000 年シドニー大会を最後に IOC のスポンサーから撤退したが、1998 年長野大会で初めて公式に公開された大会公式ウェブサイトはその後大会を経るたびにコンテンツが充実してきた。また、2002 年には、NHK の衛星デジタルハイビジョン放送がオリンピック公式配信情報の利用を開始し、その後オリンピック競技情報は報道機関に限定せず幅広く配信されるようになった。オリンピック大会でのコンピュータ利用目的が競技結果計算に止まり、会場内プリンターで印刷される競技結果をプリントランナーと呼ばれる担当者が走って配布していた時代から、世界中に瞬時に競技情報を配信できるようになった現在に至る劇的な変化には、IT 技術の進歩のみならず様々な要因が係わったと考えられる。そこで、筆者自身の業務経験をも踏まえ、オリンピック大会の IT システムの変遷がオリンピック公式競技情報配信の仕組みにどのような影響を及ぼしてきたかを調べることで、変化の背景が明らかになり、今後の大会への示唆となり得るのではないかと考え、本研究に取り組むことにした。

ここから、まずは、オリンピック大会とオリンピック IT システムに関連する基本的な情報を整理する。

第 1 項 オリンピック大会の規模

オリンピック大会の規模は、14 か国 241 人が参加した 1896 年第 1 回アテネ大会以降、多少の増減はあるものの 2016 年リオ大会の 207 か国 11,303 人まで拡大を続けている。[1]IOC のオリンピック憲章 [2]には、夏季オリンピック大会の参加者の上限が、選手は 10,500 人、参加認定されたコーチや選手のサポートスタッフが 5,000 人と定められており、参加選手数は 1990 年代以降ほぼ上限で推移している。(図 2)

また、大会関係者数としては、リオ大会においてオリンピック大会とパラリンピック大会合計でのア kred i t a t i o n カード（身分証明書カード）の発行数が 430,000 件であった。 [3]

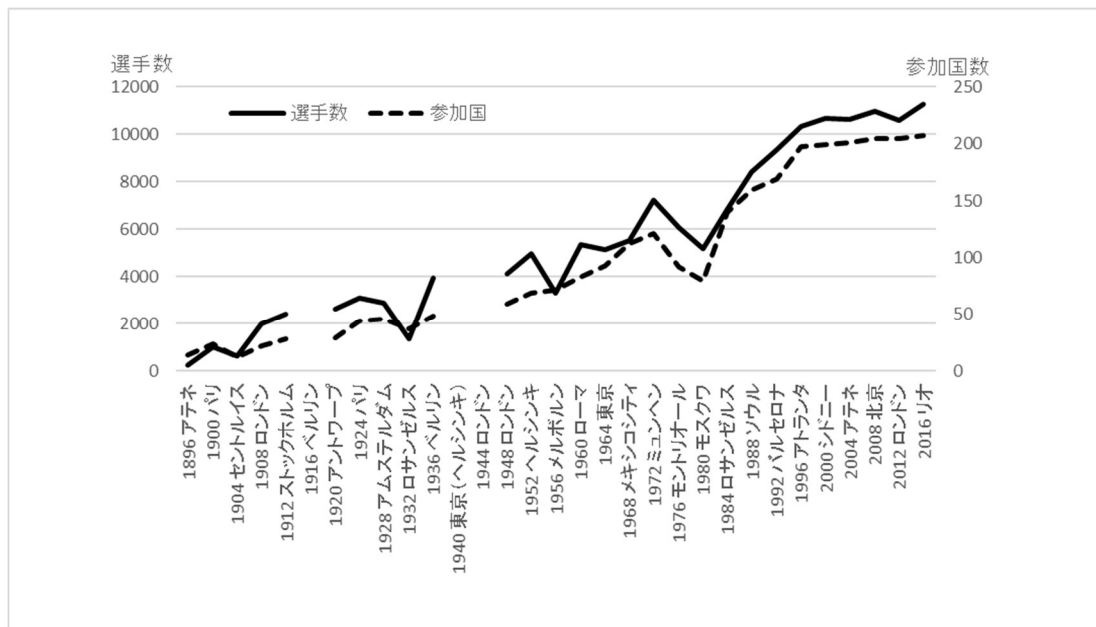


図 2 夏季オリンピック大会参加国数と選手数（[1, 4, 5, 6, 7, 8]より筆者作成）

第2項 オリンピック大会運営に利用される IT システム

A) オリンピック IT システムの構造

一般的な IT システムは、システム基盤の上でアプリケーションが稼働する構造となっている。オリンピック大会においても、例えば 2016 年リオ大会においては、図 3 に示すようにシステム基盤の上に大会用の 2 つの基幹アプリケーションが稼働していたと考えられる。



図 3 オリンピック IT システムの構造（筆者作成）

このような IT システムを開発する際の一般的な工程を表 1 に示す。

局面	概要
要件定義	開発するシステムやアプリケーションに実装する機能や満たすべき性能などの要件を明確にする。
設計	構成や仕様・機能などの概要をまとめる基本設計、詳細を定義する詳細設計などの局面に分かれる。
開発	設計された仕様に基づき、プログラムを書く。
テスト	様々なテストケースを準備し、開発したシステムやソフトウェアが仕様どおりに動作するか、不具合や誤りが無いかなどを調べる。調べたい対象や内容により、「単体テスト」「統合テスト」などの局面に分かれる。
本番運用	テストが終了したシステムを本番用 IT 環境に移行して運用する。

表 1 システム開発工程（筆者作成）

B) オリンピック IT システムの基幹アプリケーション [9]

リオ大会における基幹アプリケーションは、以下の 2 システムで、大会運営と競技情報の処理を受け持っている：

① Games Management Systems（大会運営管理システム）

このシステムは、大会運営に用いられるシステムで、以下の 4 サブシステムから構成される

- ・ Accreditation（アクレディテーション：身分証明書カード発行関連）
- ・ Workforce management（大会関係者人事管理：一般的な人事管理システムに相当）
- ・ Volunteer portal（大会ボランティア用ポータル：大会ボランティアが利用する）
- ・ Sports entries and qualifications（選手の適格性情報の収集・処理）

アクレディテーションシステムは、大会関係者情報をシステムに登録しアクレディテーションカード（Olympic Identity and Accreditation Card）（図 4）を発行する重要なシステムで、大量の個人情報を保管する。ブラジル政府は、リオ大会に際して、このカードを保有する外国人に対して入国ビザを免除した。 [10]



図 4 アクレディテーションカード [11]

② Information Diffusion Systems（競技情報収集配信システム）

このシステムは、競技情報を収集・配信するためのシステムで、各競技会場と TOC(Technical Operation Center)に配置される。TOC は、オリンピック IT システムをコントロールするために開催都市に作られるデータセンターである。

競技会場においてセンサーや計時装置で計測されたデータは、競技会場内の競技結果システムで計算され、テレビ画面への表示情報、競技会場内電光掲示板、アナウンサーや解説者向けの端末（CIS: Commentator Information System、図 5）、プリンターに配信されると同時に、TOC に送信される。



図 5 CIS(左側ディスプレイ)を利用しながら放送するアナウンサー [11]

TOC では、各競技会場から送られてきたデータを基幹システムのデータベースに集積する。そのデータベースからは、報道機関、ウェブサイトやプリンター等に情報配信が行われる。大会関係者向けに情報提供を行う Info システム（専用 PC からイントラネットで配信。リレハンメル大会以降各大会で提供。）は、ロンドン大会で myInfo+としてスマートフォンやタブレットからでも利用が可能になった。また、リオ大会からは、CIS もリモートから利用できるようになり、開催都市の外からでもテレビ放送が可能な仕組みができた。

これら基幹システムの概要構成イメージを図 6 に示す。

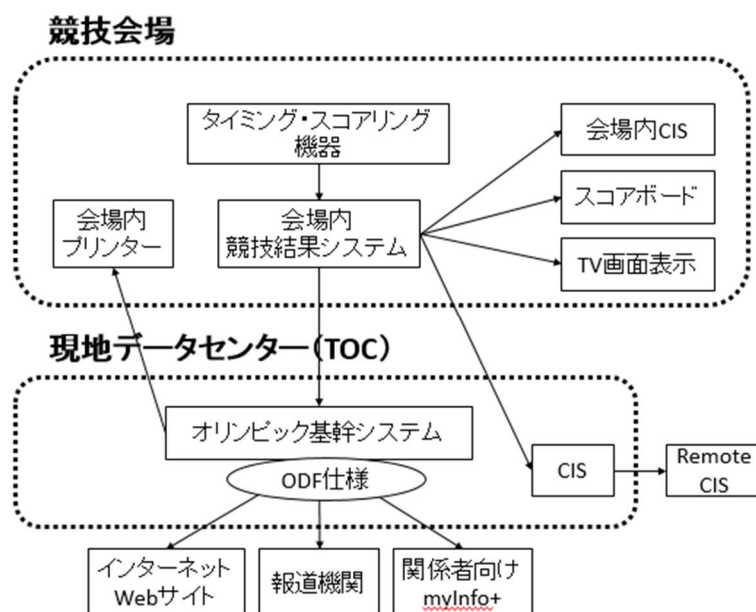


図 6 リオ大会 IT システム概要構成（[9]より筆者作成）

C) クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティング・サービスは、1 台のコンピュータを論理的に分割してあたかも複数台あるかの如く利用できる技術（仮想化技術：Virtualization）を元に、クラウド業者のコンピュータを効率的に利用できる IT サービスで、2005 年に発表されたインテルのハードウェア仮想化技術をきっかけに一気に本格化した。ユーザーの PC、スマートフォン、タブレットからクラウドサービスを利用する場合、ユーザー側の機器は単なる通過点となり、実際の情報処理はクラウド上のユーザー専用のコンピュータ区画で行われる。ユーザーは、クラウド上のコンピュータを利用した量と期間に相応する料金を支払う。システムの設定や保守もクラウドベンダー側が行うため手間がかからず、ユーザー側のコンピュータのサイズは最小限にすることが可能になる。利用料金が安価であること、また、一時的にコンピュータを利用する場合や、ピークの一時期だけサイズを増やした利用で大容量のコンピュータを常時保持しておく必要が無くなることなど、使い方によって利用者側には大きなメリットがある。

クラウドサービスの代表的な形態を表 2 に示す。

名称	特徴
パブリッククラウド	クラウドコンピューティング技術を利用して、クラウド業者のコンピュータやIT基盤を必要な量と期間だけ部分利用する形態。 例：AWS(Amazon Web Services)
プライベートクラウド	クラウドコンピューティング技術を利用して、クラウド業者のコンピュータやIT基盤を専有利用する形態。
ハイブリッドクラウド	パブリッククラウドとプライベートクラウドを併用する形態。

表 2 代表的なクラウドサービス（筆者作成）

また、システム基盤からアプリケーションまで全てを業者側が用意するサービスは SaaS(Software as a Service)、業者はシステム基盤のみでアプリケーションをユーザーが用意する場合は PaaS(Platform as a Service)、業者がハードウェアのみを用意する形態を IaaS(Infrastructure as a Service)と呼ばれる。図 7 にそのイメージを示す。

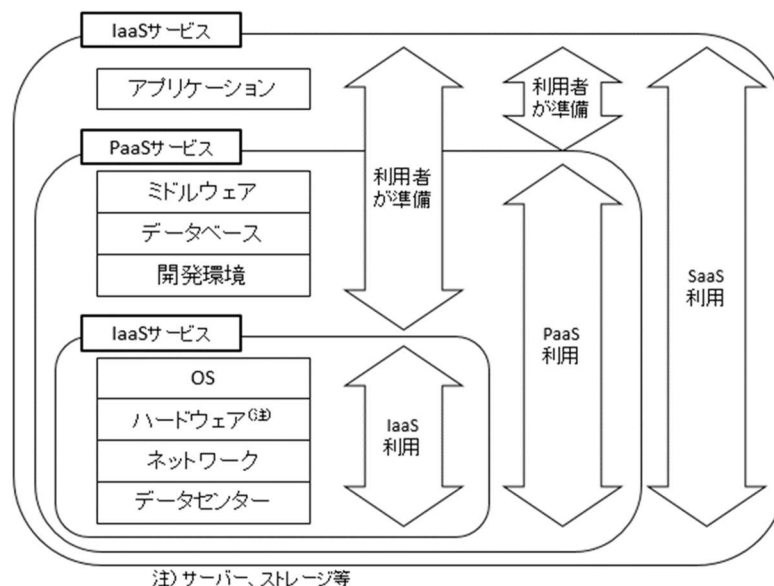


図 7 クラウドサービスのタイプ（[12]より筆者作成）

D) ODF (Olympic Data Feed) [13]

ODF は、IOC のスポーツ競技大会において報道機関等に配信される競技情報の詳細仕様を定義した文書の集合体であり、ODF 仕様で配信される競技情報は世界中の報道機関で利用されている。ODF 文書は IOC が所有権を持ち、IOC のサイト [13]に公開されていて、IOC が定める条件を満たせば自由に参照可能である。

ODF 文書が作成されるのは、IOC が主催する以下の大会である：

- ・オリンピック（2010 年バンクーバー大会から）
- ・パラリンピック（2012 年ロンドン大会から）

- ・ユースオリンピック（2012年インスブルック大会から）

2017年1月時点で、ODFサイト上には2018平昌大会のための作成中のODFが掲載されている。また、それ以前の各大会のODFがアーカイブされている。その他に、IOCはODFをIOC主催以外のスポーツ競技大会のためにも一定の条件下での使用を許可していて、コモンウェルスゲームやヨーロッパゲームのために作成されたODFも同サイトにアーカイブされている。ODFは、2010年以降大会毎に改良が重ねられ、2016年リオ大会のためには改良版のODF2が作られた。

各大会のODF文書は以下の文書から構成されている：

- ・ODFの基本原則、ルール
- ・コード関連文書（共通コードの定義、各種コード表）
- ・各競技別定義

それらの文書の構造を図8に示す。

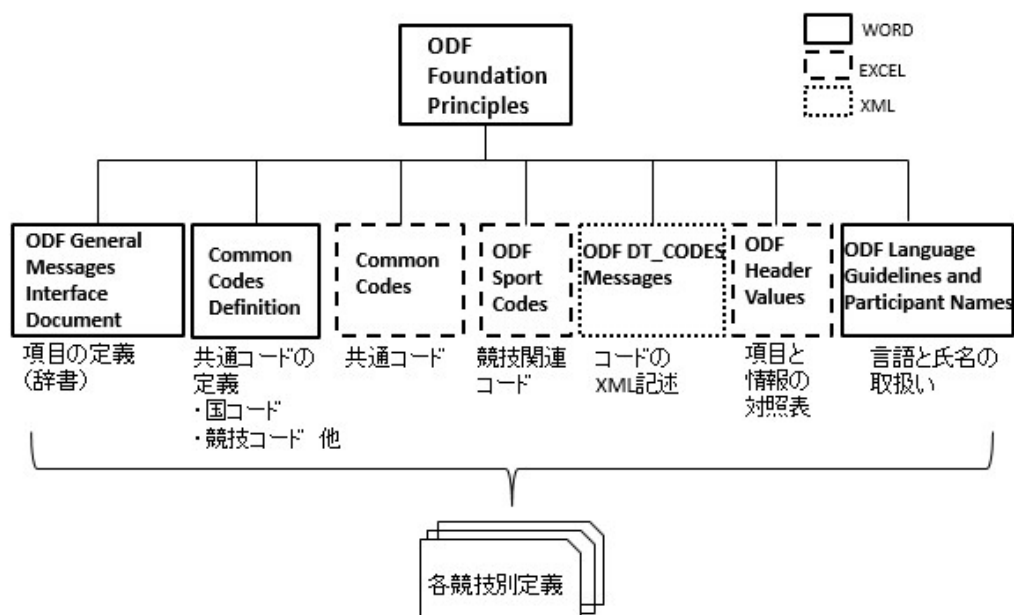


図8 ODF文書の構造（[13]より筆者作成）

E) オリンピックITシステムに求められる要件

オリンピック大会を運営するためのITシステムには、以下のような要件を満たすことが求められる：

- ・競技数と種目数が多く、大会毎に変更がある。
- ・大会毎に開催都市が変わる。
- ・開催主体(大会組織委員会)も大会毎に変わり、開催主体の担当者は、通常、当該業務の経験が無い。

- ・ システムのユーザー数が非常に多い。(リオ大会で約 43 万のアクレディテーション)
- ・ 競技関連システムは、本番稼働期間が短期間(約 1-2 か月)である。
- ・ 全世界的にテレビ中継やインターネットサイト等に対する情報配信が行われる。
- ・ 大会期間中は世界中からアクセスが集中し、極めて大きなピーク性がある。
- ・ 大会スケジュールの変更は不可能であり、IT システムの出来に係わらず大会は予定通り開催される。
- ・ 気象状況等の影響で、大会期間中に競技ルールが変更されることがある。
- ・ IT システムに不具合があったとしても、競技のやり直しはできない。(選手に「もう一度走ってくれ」とは頼めない)

オリンピックと並ぶ世界的なスポーツ大会としてサッカーのワールドカップが挙げられるが、開催都市が毎回変わり、多くの参加国や競技会場があり世界中からアクセスが集中するなどの共通点はあるものの、競技種目はサッカー1 種目である。また、様々な競技の世界選手権大会は、規模はワールドカップには劣るが開催都市が毎回変更されたり参加国が多いことなどはワールドカップと類似している。テニスのウィンブルドン選手権も世界的な大会であるが、会場は 1 か所固定で競技種目もほぼ固定である。これらの情報を表 3 にまとめる。つまり、オリンピック大会は、多数の競技(ロンドン 26 競技、リオ 28 競技)の世界選手権が約 2 週間の間に 1 都市で集中的に行われ、その後パラリンピック大会を繰り返すという、極めて特殊な大会である。

大会名	直近開催年	開催国	競技数	選手数	参加国・地域数	開催日数
オリンピック	2016	ブラジル	28	11,237	207	17
FIFAワールドカップ	2014	ブラジル	1	736	32	32
ウィンブルドン	2016	英国	1	757*	68*	14
ヨーロッパアンゲーム	2015	アゼルバイジャン	20	5,898	50	17
コモンウェルスゲーム	2014	英国	17	4,950	71	12
					*: 2015年実績	

表 3 主要な国際スポーツ競技大会の開催状況
([1] [14] [15] [16] [17] [8] [18] [6] [5]より筆者作成)

第3項 オリンピックマーケティング [19]

IOC は、オリンピック・ムーブメント [20]の経済的な安定化のために、オリンピックマーケティング・プログラムを導入し、そこから得られた収入を、各大会の組織委員会、各国オリンピック委員会と関連団体、国際競技連盟などに配分し、新興国に対するスポーツのための経済支援などにも使っている。 [19]プログラムと各々の収入の内訳を表 4 に示す。

種別	1993-1996年	1997-2000年	2001-2004年	2005-2008年	2009-2012年
放映権料	1,251	1,845	2,232	2,570	3,850
TOPプログラム	279	579	663	866	950
国内スポンサー	534	655	796	1,555	1,838
チケット販売	451	625	411	274	1,238
ライセンス料	115	66	87	185	170
合計	2,630	3,770	4,189	5,450	8,046
(単位:100万ドル)					

表 4 過去 5 期のオリンピックマーケティング収入（[19]より筆者作成）

ここで、TOP(The Olympic Partners)とは、IOC が運営するワールドワイドのオリンピック大会のワールドワイドのスポンサーシップ・プログラムで、1985 年に導入された。大会毎 4 年単位のスポンサー契約で、オリンピック大会の組織委員会と IOC を支援するものである。契約対象は 1 カテゴリー(業種)1 社で、Information Technology カテゴリーのスポンサーは、1994 年リレハンメル大会で IBM が IT 領域で初の TOP となって以降、2001 年以降はフランスの IT 企業 Atos (当時 Sema) が務め、既に 2024 年まで契約済である。[21]

また、放映権とは、スポーツ大会や試合をテレビで独占的に放送できる権利のことで、IOC から権利を放送局が購入することになる。1 カ国で 1 つの放送局に対してだけ独占的に放映権を与える方式である。放送権料が高額であるため、日本では NHK と民放が組むジャパンコンソーシアムが共同で落札し、国内で放送種目や放送試合を振り分ける方式を取っている。[22]

オリンピックマーケティング収入全体の伸びは大きく、1993～1996 年の 26 億 3000 万ドルと比べて、2009-2012 年は 80 億 4600 万ドルと約 3 倍となった。また、収入の内訳としては、2009-2012 年を例にとると、放送権料が全体の 48%を占め、TOP に国内スポンサーを合わせたスポンサー合計の 35%を合わせると全体の 80%以上となる。

第 2 節 先行研究

オリンピック IT システムに関連する研究としては、1998 年長野大会で初めて公式に提供されたインターネットサイトを中心とした重近らによる報告 [23]がある。また、2004 年アテネ大会において NHK が初のオリンピックのデータ放送を行った際の吉岡の報告 [24]がある。2012 年ロンドン大会については、ODF を利用した NHK のデジタルコンテンツ展開の内容を説明した伯野と宮地による報告 [25]があり、アトランタ大会からソルトレーク大会を中心とした IT システムについては田崎の研究 [26]と著作 [27]があるが、近年のオリンピック大会の情報を含む競技情報配信の仕組みの変化を検討軸とする研究は見あたらなかった。

第3節 研究の目的

オリンピック IT システムの変遷と IT 技術の進歩とがオリンピック公式競技情報配信の仕組みの変容に及ぼした影響を明らかにすることを本研究の目的とする。

第2章 研究方法

第1節 対象

インターネットに公開されている情報および論文や文献を調査対象とした。

また、IBM が TOP になった 1994 年リレハンメル大会以降のオリンピック大会を対象とした。

オリンピック大会の公式競技情報の生成と配信に直接係わる IT システムとしては、オリンピック大会のアプリケーションと関連するシステム基盤（基本ソフトウェア群や通信機器及びネットワークと、それを収容する施設や設備）を調査対象とした。また、IOC が主催するスポーツ競技大会のうち、パラリンピック大会とユースオリンピック大会については、その両者について ODF が作られ始めた 2012 年以降はオリンピック大会と共通化されていると考えられるが、調査対象とはしていない。

第2節 調査内容

インターネット公開情報として、主に以下のサイトの情報を利用した。

- ・ IOC 及び IOC 関連サイト
- ・ Information Technology カテゴリーの TOP スポンサーのサイト（Atos、IBM）
- ・ IT 関連の技術動向や手法に関する一般情報

論文および文献に関しては、「IT」および「オリンピック」のキーワードでインターネット検索を行い、得られた検索結果から抽出した。

第3節 分析方法

IOC サイトの、過去のオリンピック大会の参加国や参加選手に関する情報を調査し分析した。IOC 関連サイトでは、過去の大会情報、オリンピックマーケティングに関する報告書、ODF に関する情報を調査し分析した。

IBM のサイトでは、IBM が TOP または機器提供をした大会の情報を、Atos サイトにおいては、Atos（含 Sema）が係った、主に 2002 年以降の大会での情報を調査し分析した。

また、IT の歴史や技術に関する情報は、JPNIC サイト [28]およびインターネット上の一般情報を調査した結果から上記の調査結果との関連を分析した。

それらの情報を総合して、オリンピック情報配信の仕組みの推移をまとめ、特徴と課題を整理した。

第3章 研究結果

第1節 オリンピック各大会における IT に関する状況

オリンピック大会の IT システムに関連する調査結果に基づき、IBM が TOP となった 1994 年リレハンメル大会以降の各大会の IT の状況の推移を表 5 にまとめる。

年	開催都市	IT 領域 TOP	主なトピック
1994	リレハンメル	IBM	IBM が IT カテゴリーTOP 契約(2000 年まで)
1996	アトランタ	IBM	IOC と主要通信社がデータ配信標準となる WNPA を作成 [27] IBM が構築したシステムでシステム障害発生
1998	長野	IBM	初のオリンピック公式サイトの公開 IOC、IBM、競技団体等関係者とで競技毎のシステム要件文書 (INFO TECH) を作成 [27]
2000	シドニー	IBM	IOC が放送配信機構の OBS を設立(2001 年) [29]
2002	ソルトレークシティ	Sema	TOP が IBM から Sema に交代(2001) マルチベンダー開発の開始
2004	アテネ	Atos Origin	Sema を買収した Atos Origin が TOP 契約継続
2006	トリノ	Atos Origin	オリンピック大会でメディア関係者の Wi-Fi 利用開始 インターネット等への映像配信開始
2008	北京	Atos Origin	中国現地企業と OBS が合併会社を設立して放送配信を開始(この頃はまだ TV 視聴が主流)
2010	バンクーバー	Atos Origin	OBS 単独での放送配信開始 [19] ODF 完全適用 [13]
2012	ロンドン	Atos	スマートフォンとタブレットの利用が一般化 MyInfo+サービス開始
2014	ソチ	Atos	公式大会 Web サイトをパブリッククラウド上に構築 [30]
2016	リオ	Atos	一部の基幹システムをクラウド環境に移行 [30] 欧州常設データセンターの開設と開催都市 TOC へのリモート支援の実施
2018	平昌	Atos	欧州常設データセンターからのサービス提供(予定) 全基幹システムをクラウドに移行(予定)

表 5 オリンピック大会 IT システム状況 (1994 年リレハンメル大会以降)

第2節 オリンピック大会における情報配信の仕組みの変遷

オリンピック IT システムの変遷を調査し、技術革新や標準化などのプラスの側面、また、システム障害によるマイナスの側面などいくつかの大きな転換点があったことがわかった。そこから、全体を次のような4期に区分して整理した。

第1期：大会毎システム構築

大会毎に IT システムと TOC をスクラップ&ビルドしていた時期

第2期：インターネット普及

インターネットの急速な普及という IT のパラダイムシフトが起きたと同時期に、IOC が大会における重要な機能の標準化を模索し始めた時期

第3期：ODF 開発と適用

システム開発がマルチベンダー態勢に移行したことによる ODF の開発と適用の時期

第4期：基幹システムのクラウド移行

基幹システムのクラウド基盤への移行と IT オペレーションの開催都市依存からの分離が進展している時期

以下、調査結果と筆者の経験を基に各期の特徴を記述する。

第1項 第1期：大会毎システム構築 [27]

オリンピック大会で最初にコンピュータが使われた 1960 年スコーバレー大会から 1992 年バルセロナ大会の頃までは、IT システムが大会毎に組織委員会の裁量で作られた。それまでの大会のシステムを改修して利用した事例は一部にあったが、特段の共通方針があったわけではなかった。TOC も同様で、つまり、大会アプリケーションや IT インフラは大会毎にスクラップ&ビルドされていた。初期の情報配信の媒体は紙であり、TOC で作られた情報は競技会場などに設置されたプリンターで印刷され人が配布していた。その後、電子的な情報配信が始まっていたようだが詳細は明らかではない。

この当時は、IOC の TOP 制度は無く、オリンピックに協力する様々な企業からの人や物の提供により、IT システムは、大会毎に各々の組織委員会の裁量で作られていたようである。

第2項 第2期：インターネット普及 [27]

オリンピック大会の規模拡大に伴い、IOC はコスト削減の観点で、大会毎に IT システムをスクラップ&ビルドする非効率を回避する方策を模索し始めた。そこで、単独 IT スポンサーと長期契約することによる、複数大会における IT システム使い回しでの IT 費用削減

を目指し、1992 年バルセロナ大会後に IBM との間で 1994 年リレハメル大会から 2000 年シドニー大会までの IT カテゴリーでの TOP の長期契約を締結した。しかし、アトランタ大会での大規模システム障害により長野大会のためのシステム改修が必要になるなど、システムの使い回しは思惑通りには運ばなかった。また契約時点には予測できなかったインターネットの急速な普及により、インターネットを別契約としたい IOC と IT カテゴリーの一部だとする IBM の見解の相違も問題となった。加えて、IBM においてはアトランタ大会の汚名返上のために長野大会に投入した多額の費用も問題となり、IBM はシドニー大会を最後に TOP から撤退した。

IOC と IBM との TOP 長期契約は、システムの使い回しの観点では IOC が望んだ成果に結びつかなかったが、IOC は他にもこの時期に標準化の観点でいくつかの試みを開始していた。報道機関に対するデータ配信に関しては、IOC が主導して世界の主要通信社との間でデータ配信サービスの統一仕様を作成する作業が行われ、そのワーキンググループは WNPA(World News Press Agencies)と呼ばれた。WNPA 仕様はアトランタ大会で採用され、長野大会以降も利用され、その後の ODF の成立にもつながった。また同時期に、IOC は競技結果システム要件定義の実施を IBM に提案し、長野大会で実現した。この活動は、全競技について、IOC、国際競技連盟 (IF : International Sports Federation)、報道機関、組織委員会と IBM が一堂に会して行ったもので、長野大会の準備期間中に INFO TECH という名称で文書化され、長野大会のシステムは INFO TECH に基づいて開発された。INFO TECH は、現在も使われる ORIS(Olympic Results & Information Services)の原型となった。競技システムのシステム要件を事前に関係者全員が合意していたことは、システム構築時の手戻りを防いで正統性を確保することにつながり、長野大会の成功に寄与した。

特にこの時期は、IT の世界で大きなパラダイムシフトが起きた。それまでは用途が限定的だったインターネットの利用が、Windows95 の発売と ISP(Internet Service Provider)のサービス提供開始により一般のパソコンユーザーに急速に広まった。それに伴い、それまでは長い時間をかけてオーダーメイドの IT システムを構築していたものが、ブラウザを利用して短期間に開発できる Web アプリケーションが主流となった。つまり、IBM のように 1 社でハードウェアと基本ソフトウェアや周辺機器まで全てをカバーして重厚長大な IT システム構築を得意とする旧来の IT 企業が急速に時代遅れになり、IT が専門技術者の専有物ではなくなった時期でもあった。

これらの情報から推測されるこの時期のオリンピック IT システムの機能配置イメージを図 9 に示す。報道機関へのオンラインでの情報配信が進み、長野大会からは正式にオリンピックの公式サイトが作られ、パソコンから誰でもアクセスできるようになった。

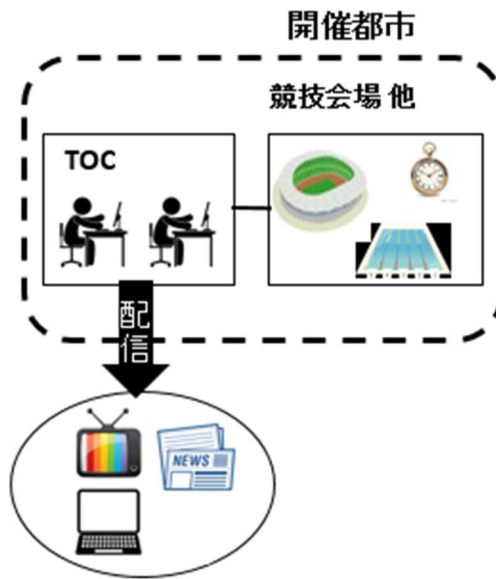


図 9 第 2 期における機能配置のイメージ (筆者作成)

第 3 項 第 3 期：ODF 開発と適用

2002 年ソルトレーク大会のために IOC と組織委員会は新たなスポンサーを探し、スペインの IT 企業 Sema(後に、仏 Atos が買収)が IOC と TOP 契約を締結した。Sema は、1989 年以降オリンピック大会の IT システム構築に携わり、IBM が TOP であった時期も IBM の協力会社として一部のシステム構築に参加していた。前大会の IBM のシステムを継承できなかった Sema は、ゼロからのシステム開発を求められ、時間的・費用的制約により、一社での開発態勢とせずマルチベンダー態勢による IT システム構築を進める選択をした。[27]オリンピック大会に採用される競技であれば必ず世界選手権やそれに匹敵する大会が開催され、そのための IT システムが構築され、それを担当する経験豊富な専門ベンダーが存在するので、それらのベンダーを結集したわけである。ただ、別々に開発された各ベンダーのシステムから作られるアウトプットは各社各様であったため、それらを取りまとめるための標準化が必要となり、出力データの仕様を共通化する方針とし、当時発表されて間もなかった XML(Extensible Markup Language)を共通言語として採用し、その仕様を IDF(Internet Data Feed)と呼んだ。ソルトレーク大会のシステムは、XML を利用した IDF 仕様で情報配信した。大会時には、MSNBC が IDF 仕様の競技情報を独占的に受信して、オリンピックサイトを構築した。また、インターネット以外では、NBC と NHK に情報配信され、NHK は衛星デジタルハイビジョン放送のデータ放送に IDF データを初めて利用した。ソルトレーク大会の IT システムは成功し、窮余の策であったマルチベンダー方式は、IDF という成果を生み、その後 2004 年アテネ大会、2006 トリノ、2008 北京でも使用を拡張されながら使われ、2010 年のバンクーバー大会で、テレビ解説者用と Info システムの 2 系統だった IDF が統一化され、新たに ODF と名前を変えて全面的に適用され、WNPA と

置き換えられた。また、WNPA の情報配信先は報道機関に限定されていたが、ODF 配信情報は、現在では報道機関以外にも広く配信されている。

この時期の IT 関連技術としては、2007 年の iPhone 発表に始まるスマートフォンの登場と 2010 年の iPad 発表以降のタブレット端末の普及がある。これらの機器は、無線 LAN の規格である WiFi を伴って端末を配線から解放した。2012 年ロンドン大会の頃には、スマートフォンやタブレットを持ち歩くことが一般化して MyInfo+が利用できるようになり、大会関係者や報道関係者の利便性が一段と向上した。また、一般向けのスマートフォン用の大会アプリが作られ、1200 万回ダウンロードされた。加えて、大会公式サイトをパブリッククラウド上に構築する試行が行われ、2014 年ソチ大会では、大会公式サイトが初めて正式にパブリッククラウド上に構築された。[30]

この時期には、オリンピックの放送配信も IOC が主導するようになった。それまでは開催都市毎に組織を立ち上げていたが、2001 年に IOC が OBS(Olympic Broadcasting Services)を設立し [29]、OBS は 2008 年北京大会で組織委員会との合弁会社を設立して放送配信を行い、2010 年バンクーバー大会以降は OBS 単独で国際映像の放送制作と配信を行っている。このように IOC は、当初は各組織委員会に委ねていた IT システム、データ配信、放送制作などオリンピック大会の中心的な機能を自らが主導するようになってきた。

これらの情報から推測されるロンドン大会時のオリンピック IT システムの機能配置イメージを図 10 に示す。スマートフォンやタブレットに対する情報配信が行われるようになった。

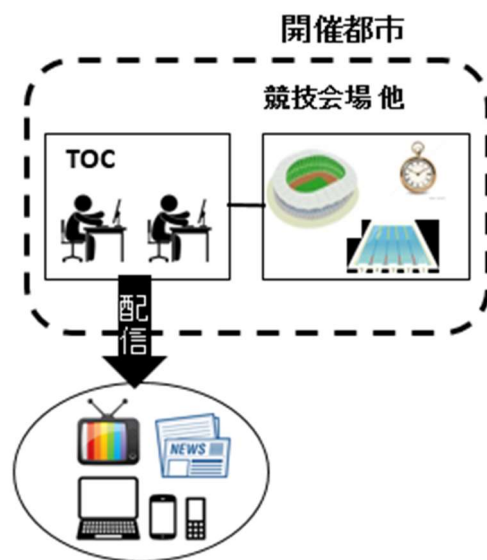


図 10 第 3 期ロンドン大会における機能配置のイメージ（筆者作成）

第4項 第4期：クラウド移行

2016年リオ大会で、初めて一部基幹システム（大会ボランティア用ポータル及びアクレディテーション）のクラウド基盤への移行が実施された。クラウドのタイプとしては、プライベートクラウドが採用された。

また、ソルトレーク大会以降 Atos が TOP 契約を継続して IT システムを提供してきたことで、システムの使い捨てからは脱却したが、大会毎に開催都市に TOC が作られる点は従来と変わりがなかった。しかし、Atos はスペインのバルセロナに新たに常設のデータセンターである TTOC(Technical Technology Operations Center)を開設し、リオ大会では、TTOC がスペインからリオの TOC をリモート支援した。[31] また、競技会場のテストとシミュレーションを行うための統合テストラボがスペインのマドリードに開設された。

これらの情報から推測されるリオ大会時のオリンピック IT システムの機能配置イメージを図 11 に示す。

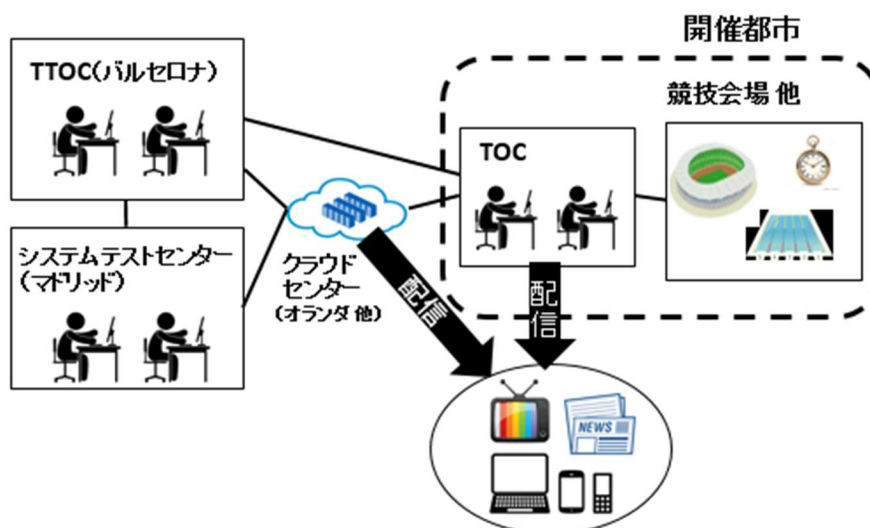


図 11 第4期リオ大会における機能配置のイメージ（筆者作成）

2018年平昌大会では、全ての基幹システムをクラウド基盤に移行し、TTOC からリモートオペレーションが行われることが発表された。[31] クラウドのタイプとしては、大会ウェブサイトではパブリッククラウドを利用し、基幹システムにプライベートクラウドを利用するハイブリッドクラウドであり、サービスの形態としては SaaS に該当する。その段階でのオリンピック IT システムの機能配置イメージを図 12 に示す。

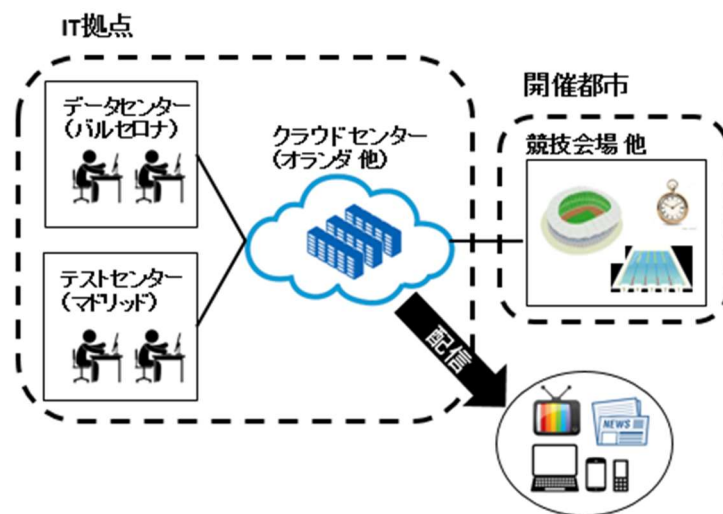


図 12 第4期 平昌大会における機能配置のイメージ（筆者作成）

クラウド基盤にシステムを構築することは、IT 拠点と開催都市が分離されて IT 機能がサービス提供先への依存から解放されたことを意味し、ここで初めてアプリケーションと IT 基盤の両面での使い捨てからの脱却が可能となったことになる。この仮想化によりサーバーコンピュータの台数は、1000 台から 250 台に削減された。[32] Atos は、‘Build each time’ to a ‘Build once, Use Many Times’というキャッチフレーズを用い、このクラウド化により、1 大会あたり約 5 億ユーロかかる IT コストが 10-15%削減されると推計している。また、テスト用システムのコストが 10-15%削減できると見込んでいる。このクラウドへの移行は IOC のコスト削減への強い意向に応えた Atos の対応策であったとされている。[30]

第5項 結果のまとめ

ここまで述べた各期の主要なポイントをエラー! 参照元が見つかりません。にまとめる。

	年	情報配信	TOP	IOC意向	IT技術活用成果	最新IT技術
2期	1994	WNPA	IBM (1社開発)	大会費用削減 標準化		
	1996					インターネット普及
	1998				公式Webサイト	XML、Web技術
	2000		TOP交代			
3期	2002	IDF	Atos (マルチ ベンダー 開発)		IDF仕様開発	
	2004					
	2006					クラウドコンピューティング
	2008	標準化進展				スマートフォン
	2010					タブレット
	2012	ODF			myInfo+	
	2014					
4期	2016	ODF2		クラウド化	クラウド本格採用	
	2018				データセンター常設	

表 6 オリンピック IT システム変遷のまとめ (筆者作成)

オリンピック大会における情報配信の仕組みの変遷には、以下の影響が大きかったことが明らかになった：

- ・ IT 技術の進化への適応（既存技術の活用）
- ・ IOC の大会費用削減と標準化への志向
- ・ IT カテゴリーの TOP スポンサー変更

基幹アプリケーションはオリンピック大会独自のものだが、その基盤として使われている IT 技術にオリンピック独自またはオリンピックのために作られた物は無く、既存技術が有効利用されていることが確認できた。但し、採用のタイミングはケース・バイ・ケースで、ユーザー側の端末(スマートフォンやタブレット等)の変化への対応はタイムリーであるものの、基幹システムへのクラウド対応には年月を要していて、基幹システムへの変更には慎重であることが見て取れる。

オリンピック大会において IT スポンサーに期待される役割は大きく変化してきた。当初コンピュータに求められたのは競技結果計算であった。現在も正確な競技結果が必須であることに変わりはないが、情報配信の重要性がより高まったのは明らかである。Atos も自らの役割を“the data-feed provider” [33]と称している。

第4章 考察

第1節 基幹システムクラウド化によるメリット

一般的に、クラウドコンピューティングの最大の特徴は、可用性（ピーク性に強い）と価格（従量制）と言われる。これはパブリッククラウドでは大きなメリットであり、ピーク性の高いオリンピック公式サイトをパブリッククラウド上に構築したことはその特色を生かしている。ただ、基幹システムはプライベートクラウドを採用していてオリンピック IT システム専用の設備となるため、パブリッククラウド特有のメリットは享受できないが、代わりに以下のような利点があると考ええる。

開催都市にとって、クラウド上に基幹システムが常設されることで、開催都市の TOC 機能縮小が見込まれる。

また、オリンピック大会の会場は、直前まで別用途で使われている場合もあり、オリンピック大会への引き渡しは遅れることも多い。そのため、システムがクラウド上に構築されることは、そのリスクを回避するための有効な手段となり得る。

その他にも、近年の大会では IT セキュリティ対策が主要な課題となっているが [34]、セキュリティ保護の観点からも、システムが集約されていれば効率的な監視や管理が可能となる。特に膨大な個人情報を管理するア kred i t e e s i o n システムを集約して集中監視することは有効である。

第2節 開催都市と IT 拠点の分離によるメリット

2018 年平昌大会から、クラウド上の基幹システムがスペインに常設される T T O C からリモートオペレーションされて、IT 拠点が開催都市から分離されることになっている。このことで、長年の懸案であった IT システムと T O C のスクラップ & ビルドがようやく解消され、クラウド化と併せて情報配信の仕組みと IT 拠点施設の標準化が成立したことになる。

前章でも述べたように、I O C は情報配信に限らず IT システム仕様や放送制作などオリンピック大会の中心機能の機能を自らが主導するようになってきた。その方向性からは、今後は大会運営自体についても何らかの形での標準化を目指すことが考えられ、そのことは開催都市の負担や開催費用の軽減のために有効な手段になり得る。ただ、そうなった場合に求められるのは、“オリンピック大会は、世界選手権の合同開催と何が違うのか？”、“そもそも 1 都市開催に拘るべきか？”などの素朴な疑問に対する説明であろうと考えている。

また、オリンピック大会には、オリンピック業務を経験し、その後も開催都市の組織委員会を渡り歩く“オリンピックジプシー”と呼ばれる人たちがいるが、職は不安定であり、ノウハウの継承も不十分にならざるを得ない。IT 拠点が固定化されることで、オリンピック大会実務経験者の雇用が安定化し、経験者のノウハウの蓄積が容易となると考えられる。また、大会毎にそれらの専門家を開催都市に派遣する費用の削減も見込まれる。

第3節 遠隔オペレーション態勢の考慮点

前節までに各種のメリットについて述べたが、以下のような考慮点もあると考えている。

基幹システムがクラウドに移行した後も開催都市における役割が無くなるわけではない。Atos では、この点において TTOC と開催都市とのハイレベルな役割分担を定義しているが（表 7）、筆者のアトランタ大会と長野大会での経験およびグローバルな IT システム運用業務に従事した経験から、今後 2020 年東京大会に向けて以下のような考慮点があると考えている。

A) 時差

大会期間中のスペインと日本の時差は 7 時間（夏時間）であり、日本の夕方がスペインの午前中である。加えて、オリンピック大会の競技時間は、米国の放送局のゴールデンタイムに影響される傾向があるため、日本の午前に主要な競技が行われることもあるので [35]、スペインでは深夜にあたるその時間帯の対応については要員の配置を含め事前の入念な段取りが必要と考える。

B) 文化の違い

Atos チームは、1989 年以来オリンピックに携わり、実務経験を持つメンバーを豊富に抱えている。しかし、日本人特有の丁寧で慎重だが対応は迅速であることを求める国民性は容易には理解されないであろうと想像する。これはオリンピック大会に限ったことではなく、日本人にとっての異文化交流の共通の課題であるが、オリンピック大会は短期間の失敗の許されない出たとこ勝負のプロジェクトであり、機敏であることももちろん重要ではあるが、一旦大会が始まってからの軌道修正は極力避けるべきであり、かつ、関係者間の意思疎通が何よりも重要となる。Atos はリオ大会においても事前のテストにも膨大な時間(80 システムに対して 200,000 時間のテスト実施)を費やしているが [36]、そのような段階から日本の関係者も積極的に参加して良好な意思疎通と協働ができる状態で本番を迎えることが望ましいと考える。

C) TTOC の利用

2018 年平昌大会から、基幹システムの全面クラウド化による TTOC からの全面的なリモートオペレーションが開始される。冬季大会ではあるが、日本との時差も無い同じアジアの国での大会であり、2020 年東京大会にとって絶好のシミュレーションの機会である。ここで、様々な経験値と教訓を得ることが 2020 年東京大会の IT システムの成功の重要なカギとなると考えている。

基幹システムを全面的にクラウド化しても、開催都市には開催都市の役割が存在するので、TTOC と開催都市との間の役割分担とプロセスの確認は重要である。表 7 はハイレベルの役割分担であるが、実際の運用には何段階もブレイクダウンした詳細な役割分担を定め、事前に入念なテストを重ねるべきである。

スペイン	大会開催都市
ITインフラとアプリケーションのテスト アプリケーションの管理、監視およびサ ポート(バルセロナ) テストと競技会場のシミュレーション(マ ドリード)	サービス提供管理(インシデント管理)
競技会場でのシステムのシミュレーショ ン	
ITインフラとクラウドのオペレーション	物理インフラや通信事業者とのインター フェース
セキュリティ監視	ITセキュリティ管理の一部実施 ア krediyteeshyony
	IT管理および幹部のチーム

表 7 TTOC と開催都市の役割分担 ([30]を筆者が翻訳)

第4節 ソリューション化の可能性

TTOC を利用した遠隔オペレーションと大会アプリケーションをセットにし、それらを用いた大会運営ノウハウをまとめてソリューション化すれば、他スポーツ競技大会へのビジネス展開も可能となると考える。実際、既にヨーロッパゲームやコモンウェルスゲームで ODF が作られているが、競技種目の差異はマルチベンダー開発態勢で柔軟に対応可能であろうし、TTOC からのリモートオペレーションで、開催都市に過度に依存しない運用が可能となり、安定的な情報配信にもつながると考えられる。

このように考えると、今後このソリューションはスポーツ大会の IT インフラのデファクトスタンダード化する可能性もあり、そうなれば TTOC の稼働率向上も望める。また、類似の特性を持つイベントであれば、スポーツ大会に限らずその他の大規模イベントも対象とし得る。

第5節 研究の限界

本研究の内容は資料と筆者の経験にもとづくものであり、各大会の技術当事者と IOC の担当者からのヒアリングは実施していないため、完全に網羅できていない可能性がある。

第5章 結論

本研究では、オリンピック公式競技情報配信の仕組みの進化の様子を明らかにする目的で、各種文献の調査と分析を行った。その結果、情報配信の仕組みが、IOCのIT費用削減の意向や大会中に発生したシステム障害やITスポンサーの変更による開発方針の変更などの外的要因の影響を受けつつ、IT技術の変遷に伴い、既存の製品やサービスを有効活用し、標準化の導入を推進しながら変容を続けていることが明らかになった。

謝辞

本稿の執筆にあたり、指導教員の平田竹男先生には、テーマの選定、研究の考え方、まとめ方など全てにおいて、厳しくも熱心なご指導を頂きました。その過程で、物事の本質を突き詰める重要性を改めて認識しました。また、論文に止まらず、大学ならではの活動にも導いて頂き、充実した日々を送ることができました。心よりお礼申し上げます。

また、副査の中村好男先生には、方法論など様々な貴重な示唆とご助言を頂きました。そして、同じく副査の児玉有子先生には、きめ細やかなご指摘と暖かいご配慮を頂きました。深く感謝申し上げます。

平田研究室社会人修士 11 期生の同期の仲間と協力し励ましあったことは、貴重な経験でした。心からの感謝と共に、この出会いを大切にしていきたいと思います。2 年制修士の藤井暢之氏、松本尚己氏、伊藤幹人氏にも、様々な状況で支えて頂き感謝の念に堪えません。

最後になりましたが、早稲田大学大学院にてご指導下さった先生方、および、かかわって下さった全ての皆様に、この場を借りて心よりお礼申し上げます。

文献目録

- [1] IOC, “Olympic Games Info,” [オンライン]. Available: <https://www.olympic.org/olympic-games>. [アクセス日: 2016/12/31].
- [2] IOC, “Olympic Charter,” 9 2015. [オンライン]. Available: https://stillmed.olympic.org/Documents/olympic_charter_en.pdf. [アクセス日: 2017/1/1].
- [3] Atos SE, “Atos Olympic and Paralympic Games Technology Efforts for the Digital Age Turn to PyeongChang 2018 and Tokyo 2020,” 2016. [オンライン]. Available: https://atos.net/en/2016/press-release_2016_09_21/atos-olympic-paralympic-games-technology-efforts-digital-age-turn-pyeongchang-2018-tokyo-2020. [アクセス日: 2017/1/1].
- [4] Commonwealth Games Federation, “Commonwealth Games Federation,” [オンライン]. Available: <http://www.thecgf.com/>. [アクセス日: 2017/1/2].
- [5] Wikipedia, “2014 Commonwealth Games,” [オンライン]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/2014_Commonwealth_Games. [アクセス日: 2017/1/1].
- [6] Commonwealth Games Glasgow2014, “Commonwealth Games Glasgow2014,” [オンライン]. Available: <http://www.glasgow2014.com/>. [アクセス日: 2017/1/2].
- [7] Baku 2015 European Games, “Baku 2015 European Games,” [オンライン]. Available: <http://www.baku2015.com/index.html>. [アクセス日: 2017/1/2].
- [8] European Olympic Committees, “Baku and the Games,” [オンライン]. Available: <http://www.european-games.org/baku-and-the-games/>. [アクセス日: 2017/1/2].
- [9] Atos SE, “Rio 2016 Atos Press Information Pack,” 4 2016. [オンライン]. Available: <https://atos.net/content/dam/global/images/olympic-games/olympic-media-assets/atos-rio-2016-press-pack.pdf>. [アクセス日: 2017/1/1].
- [10] Atos SE, “Getting ID Right for Rio 2016,” Atos SE, [オンライン]. Available: https://atos.net/en/2016/olympic/stories-of-the-game_2016_06_23/getting-id-right-for-rio-2016. [アクセス日: 2017/1/7].
- [11] Atos SE, “Olympic Media Resources - Images,” Atos SE, [オンライン]. Available: <https://atos.net/en/olympic-games/media-center/olympic-media-resources>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [12] NTT ロジスコ, “SaaS（ソース）とは?,” [オンライン]. Available: <http://www.ntt->

- logisco.co.jp/service/3pl/about_saas.html. [アクセス日: 2017/1/10].
- [13] IOC, “Olympic Data Feed,” [オンライン]. Available: <http://odf.olympictech.org/>. [アクセス日: 2017/1/2].
- [14] 日本オリンピック委員会, “第 31 回オリンピック競技大会 大会情報,” [オンライン]. Available: <http://www.joc.or.jp/games/olympic/riodejaneiro/>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [15] FIFA, “2014 FIFA World Cup Brazil,” 2014. [オンライン]. Available: <http://www.fifa.com/worldcup/archive/brazil2014/index.html>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [16] Qoly Football Web Magazine, “【2014W 杯】各国代表メンバーと背番号まとめ,” 株式会社コリー, 10 5 2014. [オンライン]. Available: <http://qoly.jp/2014/05/10/2014-world-cup-members>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [17] AELTC, “Facts and Figures,” IBM, [オンライン]. Available: http://www.wimbledon.com/en_GB/atoz/faq_and_facts_and_figures.html. [アクセス日: 2017/1/3].
- [18] Wikipedia, “ヨーロッパ競技大会,” [オンライン]. Available: <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A8%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%83%E3%83%91%E7%AB%B6%E6%8A%80%E5%A4%A7%E4%BC%9A>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [19] IOC, “Olympic Marketing Fact File 2016 Edition,” 2016. [オンライン]. Available: https://stillmed.olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/Documents/IOC-Marketing-and-Broadcasting-General-Files/Olympic-Marketing-Fact-File-2016.pdf#_ga=1.249092878.827678963.1462526433. [アクセス日: 2017/1/1].
- [20] IOC, “Leading the Olympic Movement,” [オンライン]. Available: <https://www.olympic.org/the-ioc/leading-the-olympic-movement>. [アクセス日: 2017/1/11].
- [21] Reuters, “French firm Atos extends Olympics IT contract to 2024,” [オンライン]. Available: <http://uk.reuters.com/article/uk-olympics-atos-idUKBRE9B80EJ20131209>. [アクセス日: 2017/1/11].
- [22] 平田竹男, スポーツビジネス最強の教科書, 東洋経済新報社, 2012.
- [23] 重近、中村、笹川、村井, “長野オリンピックのネットワークと情報提供システム,” 情報処理学会, 1998.
- [24] 吉岡稔陽, “アテネ・オリンピックで実施したデータ放送とデータ処理システム,” 映像情報メディア学会, 2004.

- [25] 伯野綾香、宮地力, “ロンドンオリンピックにおける NHK のデジタルコンテンツ展開について,” *コーチングクリニック 2012 年 9 月号*, pp. 34-37, 2012.
- [26] 田崎雅彦, “オリンピックにおける IT ソリューション,” 情報処理学会, 2003.
- [27] 田崎雅彦, *オリンピック IT の挑戦*, インプレス R&D, 2016.
- [28] JPNIC, “インターネット歴史年表,” [オンライン]. Available: <https://www.nic.ad.jp/timeline/>. [アクセス日: 2017/1/5].
- [29] Olympic Broadcasting Services, “Olympic Broadcasting Services,” [オンライン]. Available: <https://www.obs.tv/>. [アクセス日: 2017/1/1].
- [30] IDC, “IDC Digital Transformation for the Olympic Games Case Study,” 6 2015. [オンライン]. Available: <https://atos.net/en/olympic-games>. [アクセス日: 2017/1/3].
- [31] Atos SE, ““Atos opens Technology Operations Center for Rio 2016 Games”,” Atos SE, 26 11 2015. [オンライン]. Available: https://atos.net/en/2015/press-release/olympic-games-press-releases_2015_11_26/pr-2015_11_26_01?utm_source=%2Fen-us%2Fhome%2Fwe-are%2Fnews%2Fpress-release%2F2015%2Fpr-2015_11_26_01.html&utm_medium=301. [アクセス日: 2017/1/4].
- [32] NASDAQ OMX, “Atos opens Technology Operations Center for Rio 2016 Games,” [オンライン]. Available: <http://inpublic.globenewswire.com/releaseDetails.faces?rId=1969581>. [アクセス日: 2017/1/7].
- [33] Atos SE, “The Olympic Customer Journey,” [オンライン]. Available: https://atos.net/en/2016/olympic/stories-of-the-game_2016_09_01/the-olympic-customer-journey. [アクセス日: 2017/1/12].
- [34] Atos SE, “Atos Olympic Games Brochure 2016,” 2016. [オンライン]. Available: <http://go.atos.net/LP=484>. [アクセス日: 2017/1/7].
- [35] 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会, “Tokyo2020 大会立候補ファイル 第 2 巻 テーマ 8-競技及び会場,” [オンライン]. Available: <https://tokyo2020.jp/jp/games/plan/data/candidate-section-8-JP.pdf>. [アクセス日: 2017/1/11].
- [36] Atos SE, “Reach further - to carry the whole Olympic Games in your pocket,” Atos SE, [オンライン]. Available: <https://atos.net/en/olympic-games/what-we-can-do-for-you/infrastructure-transformation-hybrid-cloud>. [アクセス日: 2017/1/4].
- [37] “Facts and Figures,” IBM, [オンライン]. Available: http://www.wimbledon.com/en_GB/atoz/faq_and_facts_and_figures.html. [アクセ

ス日: 2017/1/3].

- [38] Siemens, “Siemens News Archive: 1972 – Technology for the Olympics,” [オンライン]. Available: https://www.siemens.com/history/en/news/1127_olympics.htm. [アクセス日: 2017/1/3].
- [39] K. D. P. John E. Findling, Historical Dictionary of the Modern Olympic Movement, London: Greenwood Press, 1996.
- [40] Wikipedia, “モントリオールオリンピック,” [オンライン]. Available: <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%83%B3%E3%83%88%E3%83%AA%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AA%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%83%94%E3%83%83%E3%82%AF>. [アクセス日: 2017/1/4].
- [41] Atos SE, “Canopy, the Atos cloud,” Atos SE, 2016. [オンライン]. Available: <https://canopy-cloud.com/>. [アクセス日: 2017/1/4].