

宮城県における地域医療連携ネットワークシステムの構築と運用

中村 直毅^{†1} 中山 雅晴^{†1}
富永悌二^{†1} 菅沼 拓夫^{†1} 白鳥 則郎^{†1}

概要：宮城県では、平成 24 年度から、病院、診療所、薬局、介護施設等が保有する患者・住民の医療・健康情報をバックアップし、蓄積された情報を共有する地域医療連携ネットワークシステム「みやぎ医療福祉情報ネットワーク MMWIN(Miyagi Medical and Welfare Information Network)」を構築・運用してきた。2015 年 12 月現在、400 以上の医療機関が MMWIN に参加し、305 万人の患者の 7871 万件の診療情報が格納されている。本稿では、みやぎ医療福祉情報ネットワークシステムの概要について述べるとともに、本格稼動を目前にして生じた課題とその対策について述べる。

キーワード： 東日本大震災 地域医療連携 医療ネットワーク SS-MIX2

Development and Management of EHR system in Miyagi Prefecture

Naoki Nakamura^{†1†} Masaharu Nakayama^{†1}
Teiji Tominaga^{†1} Takuo Suganuma^{†1} Norio Shiratori^{†1}

Abstract:

Miyagi Medical and Welfare Information Network, named as MMWIN has constructed and managed an EHR system since 2013. Here clinical information of hospitals, clinics, pharmacies and nursing homes are backup with EHR system. More than 400 medical institutions have participated in MMWIN as of September, 2015. The medical information of 3.05 million patients have been accumulated so far. We explain the overview of MMWIN system and several problems which arose, before MMWIN starts to operate fully and these solutions.

Keywords: Great East Japan Earthquake, EHR system, Medical Information Network, SS-MIX2

1. はじめに

宮城県沿岸地域では、3.11 東日本大震災によって、多数の医療機関や介護施設が損壊するとともに、医療・健康情報が大量に喪失し、診療活動の継続に大きな支障が生じた。宮城県では、平成 24 年度から、宮城県全域の病院、診療所、薬局、介護施設等が保有する患者・住民の医療・健康情報をバックアップし、蓄積された情報を共有することで安全で質の高い医療や介護福祉の提供の支援を目指す地域医療連携ネットワークシステム「みやぎ医療福祉情報ネットワーク MMWIN (Miyagi Medical and Welfare Information Network)」を構築してきた¹⁾²⁾。MMWIN では、県内の医療機関をネットワークで結ぶセキュアなネットワーク上に、県内の医療機関にある診療・健康情報をセンタに集約するセンタ集中型地域医療連携システムとして実現している。2015 年 12 月現在、400 以上の医療機関が MMWIN に参加し、305 万人の患者の 7871 万件の診療情報が格納されている。本稿では、みやぎ医療福祉情報ネットワークシステムのシステム概要について述べるとともに、センタ集中型の地域医療連携システムを構築・運用する上での課題について述べる。2 章では、MMWIN システムの概要について述べる。

3 章では、本格稼動前に生じた課題、4 章ではその課題に対する対応策について述べる。5 章では、現在の運用状況について報告し、最後に 6 章でまとめる。

2. みやぎ医療福祉情報ネットワーク

2.1 概要

従来の地域医療連携システム⁶⁾では、単純な IPsec VPN を用いて、病院、診療所、薬局、介護施設等をネットワークで結ぶことで地域医療連携システムを構成している。MMWIN システムでは、単純に医療機関をネットワークで結ぶだけでなく、過疎地にいる医師同士との情報共有やセカンドオピニオンに活用できる遠隔カンファレンス環境、特定の参加施設同士で情報共有するためのホスティング環境、特定の医療機関のみで通信可能な閉域ネットワークなど、複数のネットワーク接続を提供している。

図 1 に示すように病院・診療所の電子カルテ、ASP 型診療電子カルテ、ASP 型介護電子カルテ、調剤システム、臨床連携パス、文書管理システムが保持している情報をセンタの SS-MIX2³⁾ストレージに格納している。

^{†1} 東北大学
Tohoku University.

格納される情報は、医療機関独自の患者 ID のみ付与され、複数の医療機関を俯瞰して同一患者の情報を参照することは容易でない。MMWIN では、MMWIN に参加する患者に対して健康共通 ID を発行し、この健康共通 ID と各々の医療機関独自の患者 ID の名寄せを行っている。この患者の健康共通 ID に紐付いた名寄せの情報を用いて、複数の医療機関のデータを参照している。また、SAML および ID-WSF 技術を活用し、SSO(Single Sign ON)や ID Federation を活用したデータ連携を行い、高いセキュリティを担保している。さらに、格納されているデータの損失に備えて、遠隔地の SS-MIX2 ストレージにバックアップしている。

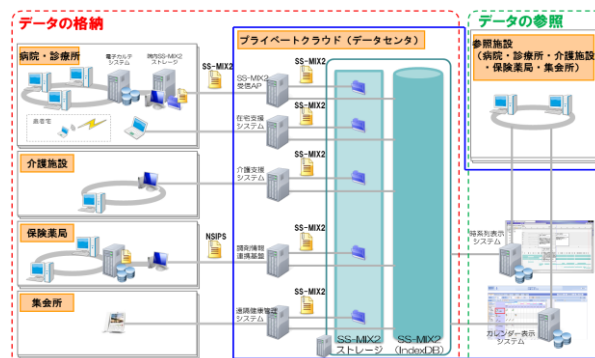


図 3：診療・健康情報の格納と参照の概要

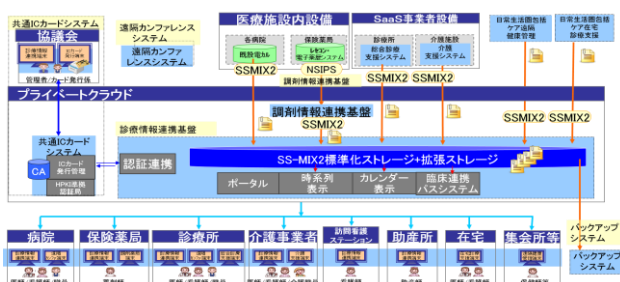


図 1：MMWIN ネットワークの概要

2.2 MMWIN システムを支える基盤

MMWIN システムを実現する技術要素として、主に以下 (i)～(iii)が挙げられる。

(i) ネットワーク基盤

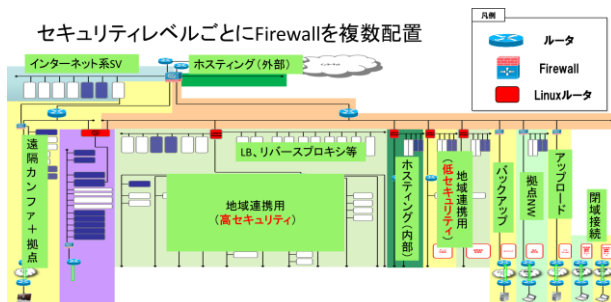


図 2：論理ネットワーク構成

MMWIN では、プライベートクラウドを構築するとともに、VRF(Virtual Routing Forwarding)技術を活用し、図 2 に示す論理ネットワークから構成される。センタでは、地域医療連携用ネットワーク（高セキュリティ）、地域医療連携用ネットワーク（低セキュリティ）、遠隔カンファレンス、外部向けホスティング、内部向けホスティング用のネットワークがある。医療機関では、地域医療連携の診療情報の参照用ネットワーク、電子カルテ上の診療情報のアップロード用ネットワーク、遠隔カンファレンス用ネットワーク、閉域接続用（遠隔読影・遠隔病理診断などの限定した医療機関同士で利用）ネットワーク等、セキュリティレベルの異なった複数ネットワークを 1 台のルータで提供している。センタと医療機関間の接続には、IPsec IKE および DMVPN(Dynamic Multipoint

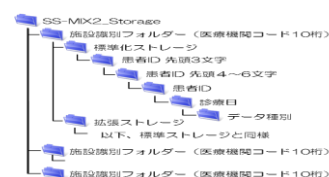


図 4：SS-MIX2 フォルダ構造の概要

VPN) 技術を用いた、フルメッシュ型の IPsec VPN ネットワークを構成しており、拠点同士の通信は、センタを介さずに直接通信できる。また、センタおよび拠点の各通信は、VRF 技術によって論理的に通信を分離し、セキュリティレベルに応じた通信制御ができるネットワーク基盤である。

(ii) 診療情報連携基盤

MMWIN では、図 3 に示すように、医療機関の診療・健康情報は、SS-MIX2 ストレージに格納される。病院や診療所では、電子カルテから SS-MIX2 形式の診療情報を出力する。出力された情報は、医療機関側の送信アプリケーションからセンタ側の受信アプリケーションに転送される。受信アプリケーションでは、受け取った診療情報を SS-MIX2 ストレージに格納するとともに、格納された診療情報のインデックス情報をインデックスデータベース (IndexDB) に登録する。また、調剤薬局では、レセコンから NSIP 形式の調剤情報を出力し、出力されたデータを調剤情報システムに送信する。調剤システムでは、SS-MIX2 形式の調剤情報を SS-MIX2 ストレージへの格納と IndexDB へのインデックス情報の登録する。他のシステムにおいても、同様に、SS-MIX2 ストレージへのデータの格納と IndexDB へのインデックスの登録する。

データ出力がマルチベンダで行われる環境において、送信アプリケーションおよび受信アプリケーションを活用することで、センタに送信されるデータが SS-MIX2 に準拠しているかを、統一した方式で確認することができるため、データの整合性を向上させることができる。この機構により、診療・健康情報の格納方式のばらつきを軽減し、データの品質を担保できている。このように

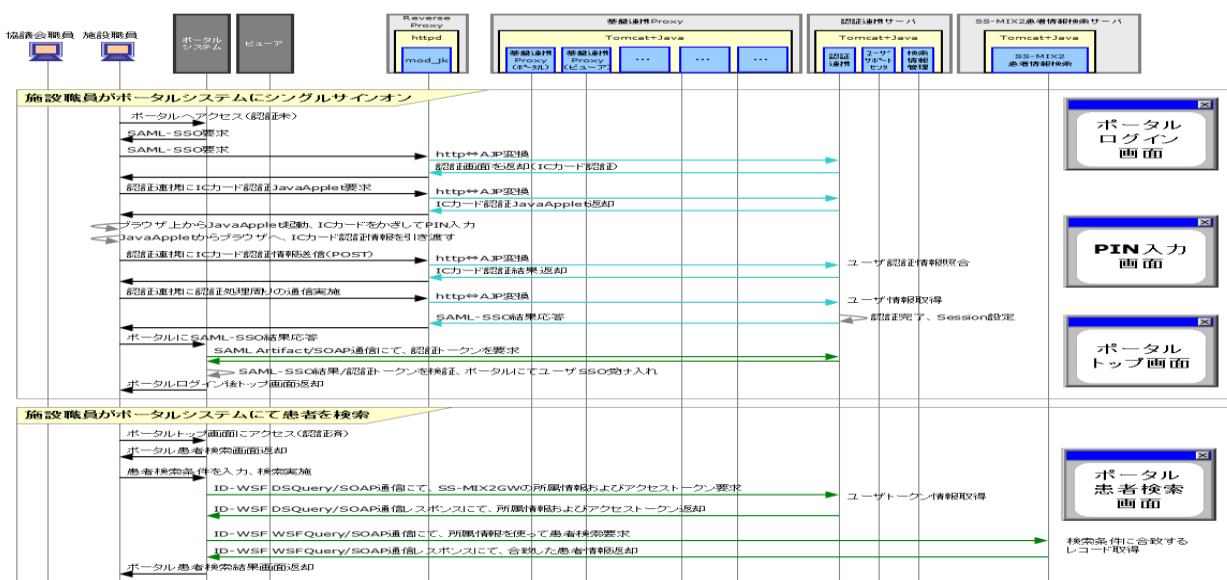


図5：診療情報連携基盤の処理シーケンス(施設職員によるポータル利用時)

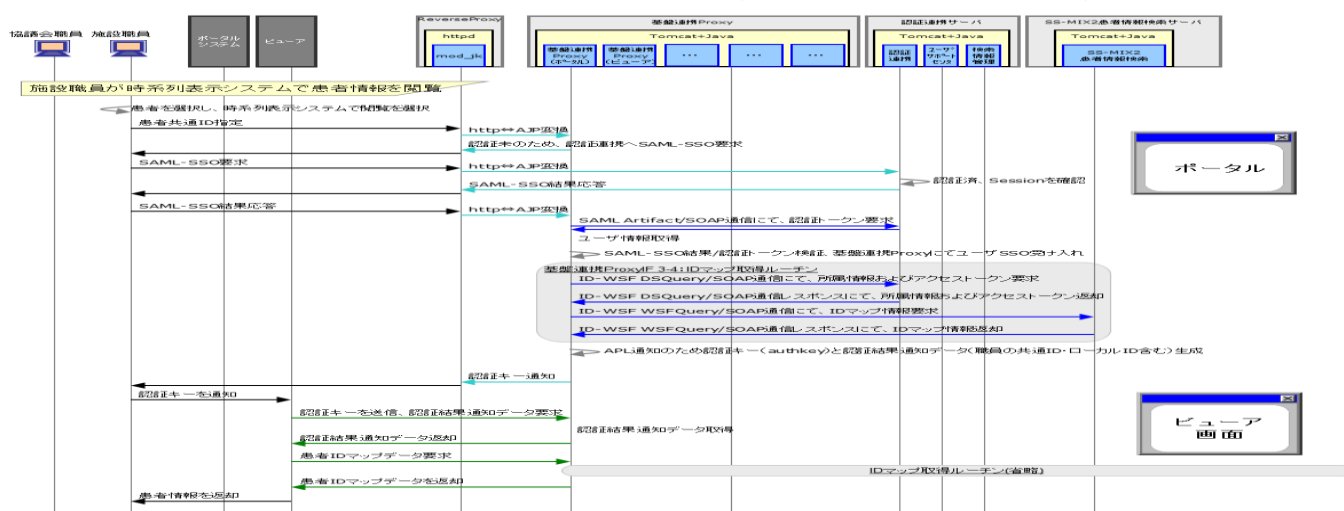


図6：診療情報連携基盤の処理シーケンス(施設職員による診療情報閲覧)

して SS-MIX2 ストレージに格納された患者の診療・健康情報は、2 種類のビューア（時系列形式およびカレンダー形式）を用いて参照することができる。

SS-MIX2 ストレージには、図4に示すように階層化されたフォルダ・ファイル構造で配置されている。これらの情報には、各医療機関の患者 ID が付与されており、健康共通 ID と医療機関の患者 ID の対応の紐付け（名寄せ）を用意することで、健康共通 ID をキーにして、各医療機関用のフォルダに分散して格納されている各医療機関の診療・健康情報を俯瞰して参照することができる。図5および図6に利用者のログイン、患者選択、患者 ID の紐付け情報の取得、ビューア表示までの一連の処理を示す。本処理では、SAML および ID-WSF を用いて、ユーザ認証、SSO、利用者情報の取得、患者情報の取得、健康共通 ID と患者 ID の紐付け情報の取得、開示制御などの処理を行う。サブシステムとの連携する際は、

同一ドメイン内の連携においても ID Federation を行い、利用者 ID を隠蔽したまま連携することで高いセキュリティを担保している。

(iii) バックアップ基盤

予期せぬ障害によるデータ損失に備えるため、SS-MIX2 ストレージに格納された診療情報を遠隔地にバックアップする必要がある。当初、rsync⁴⁾を用いて、センタとバックアップセンタの SS-MIX2 ストレージとで、1 日 1 回差分同期していたが、SS-MIX2 ストレージのファイルの格納数が 1000 万個以上になると、同期処理時間が 1 日以上要するようになるとともに、メモリ不足などの問題も発生し、rsync を用いたバックアップの継続が困難になった。

そこで、lsyncd⁵⁾を用いたバックアップ方式に切り替えることにした。lsyncd は、Linux の API inotify を使い、

ファイルシステムの作成や削除の更新のイベントが発生すると、そのイベントに応じて、ファイルに対する同期処理を逐次行う。lsyncd を用いた方式に切り替えたことで、負荷の少ないリアルタイムバックアップを実現している。

3. 解決すべき課題

MMEIN が本格運用するにあたって、送信アプリケーションのエラー監視できること、および個人情報へのアクセス履歴の追跡することが必要になってくる。具体的には、以下の通りである。

3.1 送信アプリケーションのエラー監視

医療機関に設置されている送信アプリケーションは、センタに設置している受信アプリケーションに対して、大量の診療・健康情報を送信している。一方、送信動作の中で不具合が生じた場合には、データ格納が停止してしまう可能性がある。送信が何かの理由で停止し、センタへのデータ送信が正常に行われない懸念が生じる。そのため、正確な動作を確認するためには、受信アプリケーションのログに加え、送信アプリケーションのログを見た上で問題や障害切り分けする必要がある。そのため、送信アプリケーションの不具合を調査するため、医療機関を訪問し、送信アプリケーションサーバのログを確認する必要があるケースが度々生じていた。このように、送信アプリケーションの異常などをセンタ側で把握できる仕組みが必要である。

3.2 個人情報へのアクセス履歴の追跡

宮城県の医療機関の診療情報を中央の SS-MIX2 ストレージに格納し運用する形を取ることから、個人情報へのアクセスを厳格に保護するために、診療情報連携基盤では、SAML/ID-WSF を用いた認証連携を行っている。これらの認証処理で行われる ID Federation によって、各サブシステムにログインした利用者や個人情報に誰がアクセスしたのかといったような証跡を追跡することが困難である。したがって、本格稼動する前に、利用者の個人情報に対するアクセスや探索履歴を追跡できる証跡監査システムの整備が必要である。

4. 対応策

4.1 送信アプリケーションの監視

送信アプリケーションでは、診療情報のアップロード機能に加えて、前日の送信アプリケーションのログを受信アプリケーションに対して通知するようにした。受信アプリケーションでは、図 7 に示すように、データの受信状況の確認と受信 AP を設定する管理画面を用意し、受信アプリケーションの管理・監視が可能とした。また、受信アプリ

ケーションから受け取った前日のログにエラーが含まれる場合は、管理者宛に図 8 に示すエラー内容のメールを通知し、管理者が迅速にエラーを把握できるようにした。本仕組みにより、送信アプリケーションの不具合や障害の検出だけではなく、SS-MIX2 ファイル名やコンディションフラグの規約違反などの不具合も検出することができ、効果的に送信アプリケーションの稼動状況の監視を可能とした。

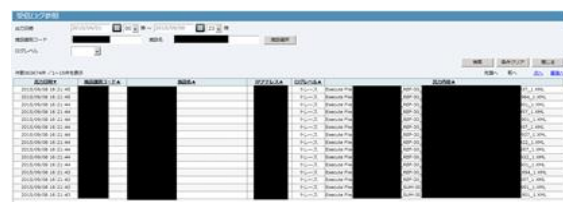


図 7：受信アプリケーションの管理画面

※このメールはSSMIX_MessageHandlerにより自動送信されました。

施設番号: 0418010146
施設名称: 東北大学病院
ファイル名: SSMIX_MessageSender_20150907.log

▼▼▼▼以下、エラー内容▼▼▼▼

2015/09/07 15:32:33.497 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-12 V0001522714_20150907_ADT-12) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=8701000<WS=20761536>)

2015/09/07 15:02:36.567 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-12 V0005005198_20150907_ADT-12) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=795540<WS=27811840>)

2015/09/07 11:52:41.385 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-11 V0007983839_20150907_ADT-11) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

V0007983839_20150907_ADT-11

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=5850224<WS=48263188>)

2015/09/07 11:52:38.221 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-11 V0005989270_20150907_ADT-11) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

V0005989270_20150907_ADT-11

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=5826760<WS=47157248>)

2015/09/07 11:43:48.888 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-11 V0004028888_20150907_ADT-11) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

V0004028888_20150907_ADT-11

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=8721656<WS=48565884>)

2015/09/07 10:02:32.148 E: メッセージ作成失敗 エラー内容[ファイル 'H:\Standard\...' (20150907WADT-12 V0000952853_20150907_ADT-12) ...]が見つかりませんでした。]_MCFir /

V0000952853_20150907_ADT-12

Mainpanel(CreateMessageFile) : THREAD(3(Normal)GC=10723416<WS=30273536>)

▲▲▲▲以上、エラー件数6件です。▲▲▲▲

図 8：管理者宛てエラーメールのサンプル

4.2 証跡監査

ポータルシステムおよび認証サーバにおいて、SAML/ID-WSF に関連する認証ログ活用し、利用者の個人情報へのアクセス・検索といったイベントを収集し、証跡監査システムを実現した。システムの概要を図 9 に示す。ポータルシステムおよび認証サーバにおいては、JAHIS ヘルスケア分野における監査証跡のメッセージ標準規約 7 に従って整形したイベントログを出力する。証跡管理サーバでは、当該ログを定期的に収集し、Hadoop にログを取り込み、ログの正規化、補完処理を行った後、Apache Solr 上に証跡管理 DB を構成する。Solr の REST API を使い、図 10 に示すウェブインターフェースを通して、複数のサーバをまとめて個人情報へのアクセス・検索のイベントおよび利用者認証イベントを検索・集計できるようにした。なお、証明書サーバおよびタイムスタンプサーバによる電子署名も行い、証跡監査の対象のログの真正性を担保した。

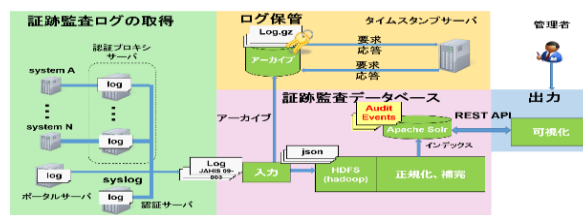


図 9：証跡監査システムの概要

ログイン		件数	0
医師・患者検索		件数	3
医師・患者検索履歴		件数	3
医師・患者検索履歴削除		件数	0

日時	操作	キーワード	共通ID (医師患者)	システム	正常化ログ
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			医師サーバ	レコード表示
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			ポータルシステム	レコード表示
2015/04/13 11:12	患者/薬剤検索	患者ID: [REDACTED]		ポータルシステム	レコード表示
2015/04/13 11:12	患者/薬剤検索(患者ID)			ポータルシステム	レコード表示
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			医師サーバ	レコード表示
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			カレンダー表示システム	レコード表示
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			医師サーバ	レコード表示
2015/04/13 11:12	ユーザログイン成功			ポータルシステム	レコード表示
2015/04/13 11:12	患者/薬剤検索	患者ID: [REDACTED]		ポータルシステム	レコード表示

日時	患者	操作内容	検索条件(元/先/内服)	発生システム	操作結果	その他
2015/04/13 11:12:44.007	患者ID: [REDACTED]	イベントアクション発生 イベントID: [REDACTED] 患者/薬剤検索(患者ID)	イベント発生日時=2015-04-13 11:12:44.007 患者ID: [REDACTED] 患者/薬剤検索(患者ID)	発生システム ポータルシステム	イベント発生 成功	log, t system ID, PO REAL CROSS TIOH

図 1 0 : 証跡管理システムの画面

5. 運用

アップロードデータ件数およびアップロード患者件数は、図 1 1、図 1 2 に示すように、アップロード出力の開始とともに、データ件数が着実に増えている。現在、14 病院のアップロードの出力の準備を進めており、今後、アップロード件数が急激に増える予定である。そのため、ビューア等のレスポンスの低下や受信アプリケーションの障害の有無など監視しながら、運用を進める予定である。次に紐付け患者数を図 1 3 に示す。東北大学病院を中心とした患者の加入および紐付けの促進によって、紐付け患者が急速に増えていることが分かる。

今後は、東北大学病院のほかの診療科や他の病院での紐付けを促進するとともに、紐付け機能の強化によって、患者紐付け件数の増加を期待したい。

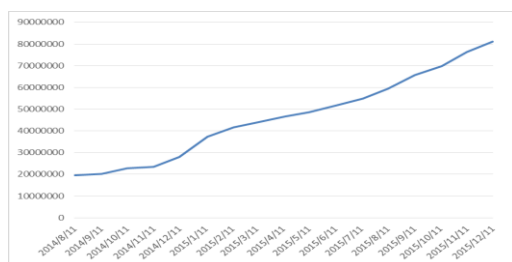


図 1 1 : アップロードデータ件数

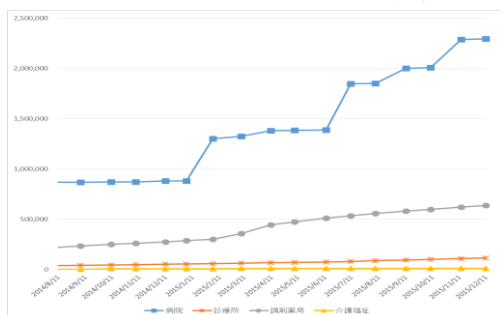


図 1 2 : アップロード患者件数

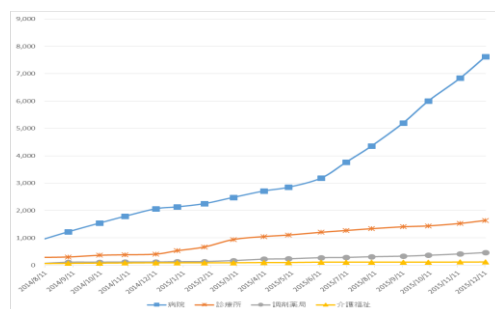


図 1 3 : 紐付け患者数

6. おわりに

本稿では、センタ集中型で構成される、みやぎ医療福祉情報ネットワークについて述べた。初期の構築から 3 年が経過し、アップロードや紐付け件数の増加に伴って明るみになった課題とその対策について述べた。今後は、患者の加入と紐付けを促進する活動と並行して、紐付け機能を強化し、運用の活性化を図る予定である。

参考文献

- 1) みやぎ医療福祉情報ネットワーク協議, <http://www.mmwin.or.jp/>
- 2) 中村直毅. 地域医療福祉情報ネットワークの構築. 信学技報 IA2013-47, 2013, vol. 113, no. 256, pp. 29-32
- 3) Kimura M, Nakayasu K, Ohshima Y, Fujita, N, Nakashima N, Jozaki H, Numano T, Shimizu T, Shimomura M, Sasaki F, Fujiki T, Nakashima T, Toyoda K, Hoshi H, Sakusabe T, Naito Y, Kawaguchi K, Watanabe H, Tani S, “SS-MIX: A Ministry Project to Promote Standardized Healthcare Information Exchange”, *Methods Inf Med* 2011; 50: 131-9
- 4) rsync, <http://rsync.samba.org/>
- 5) lsyncd, <https://github.com/axkibe/lsyncd/>.
- 6) 石黒満久, “地域医療連携ネットワークの構築と運用継続性の追求—長崎—, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol.4, No.3, July 2013
- 7) 保健医療福祉情報システム工業会, “ヘルスケア分野における監査証跡のメッセージ”, Ver.2.0 (13-009)