

災害救援航空機情報共有ネットワーク (D-NET) ～大規模災害時のヘリコプター運航管理の研究～

奥野 善則＊/小林 啓二＊

1. はじめに

地震等の大規模災害が発生すると、ヘリコプターが情報収集、捜索・救助、救急医療、物資・人員輸送、空中消火等の任務で飛行します。我が国で初めてヘリコプターが大規模災害の救援活動に本格的に活用されたのは阪神・淡路大震災（1995年1月）といわれています。これを機に、ヘリコプターの有効性の認識が広がるとともに、表1に示するような課題も明らかとなり、大規模災害時にヘリコプターをより有効に活用するための体制や法規整備等の様々な取り組みが進められました。東日本大震災（2011年3月）では、図1に示すように300機を超えるヘリコプターが被災地周辺で救援活動に従事し、これらの取り組みの成果が現れるとともに、新たな課題も明らかとなりました。

JAXA が研究開発を進めている「災害救援航空機情報共有ネットワーク (D-NET)」は、ヘリコプター、運航拠点（ヘリベース）、災害対策本部等の間で災害情報や機体の運航情報等のデータを共有

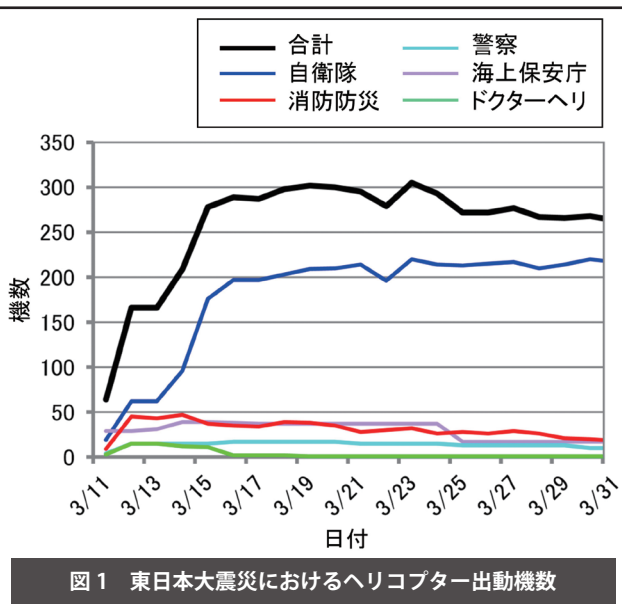


図1 東日本大震災におけるヘリコプター出動機数

化することにより、被災地に集結した多数のヘリコプターをより有効に活用するための技術です（図2）。

2. D-NET の概要

現状では、ヘリコプターと地上の運航拠点との連絡には航空無線による音声通話、運航拠点と災害対策本部との連絡には電話やFAX等が用いられ、集まった情報は紙の地図やホワイトボード等を用いて管理、共有化されています（図3）。災害対策本部には、ヘリコプターを運用する各機関が集まって、どの機体にどの任務を割り当てるかなどの調整が行われます。災害の規模が大きくなると、現地で運用されるヘリコプターの機数や救援任務の数が増大するため、このような従来の情報通信・管理の手法では、救援活動の効率化に限界があることが課題となっています。

D-NET では、災害情報やヘリコプターの運航情

	阪神・淡路大震災	1995～2011	東日本大震災
被災地へ多数機を派遣する体制	対応	改善	実施
ヘリによる救急搬送	判明	改善	実施
他機関とのより迅速な情報共有・連携	判明	未解決	未解決
広域・複数の被災地への対応	—	—	判明
多数機のより効率的な運航管理	判明	未解決	未解決
給油・整備体制	判明	未解決	改善
空振り・重複出動	—	—	判明
通信体制	判明	未解決	未解決
天候不良時の対応	判明	未解決	未解決

D-NET導入により
実施・改善が期待される項目

表1 大規模災害時のヘリコプターによる救援活動の課題

＊ Yoshinori OKUNO / Keiji KOBAYASHI

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ



図2 D-NET の概念図

報等をデータ化して通信するための規格（D-NET規格）を定めています。規格の初版は防災機関や有識者等から構成される委員会を設置して定められました。その後はJAXAにおける研究開発成果等を反映し、現在は第2版が策定されています。D-NET規格はJAXAが管理しており、防災機関やシステムを開発する民間企業等に技術情報として提供しています。以下に、JAXAで研究開発を進めているD-NETの機上システムと地上システムに



図3 災害対策本部における情報管理、共有化の例

ついて紹介します。

3. 機上システム

機上システムは、コックピットやキャビン内に設置する操作端末、プロセッサ、衛星通信装置およびアンテナから構成されます（図4）。ヘリコプターは山間部を低高度で飛行する場合もあるため、常時通信を確保するために、小型（直径10cm程度）のアンテナで利用可能なイリジウム衛星を用いています。イリジウム衛星のデータ通信速度（最大2,400bps）の制約から、D-NET規格で定め

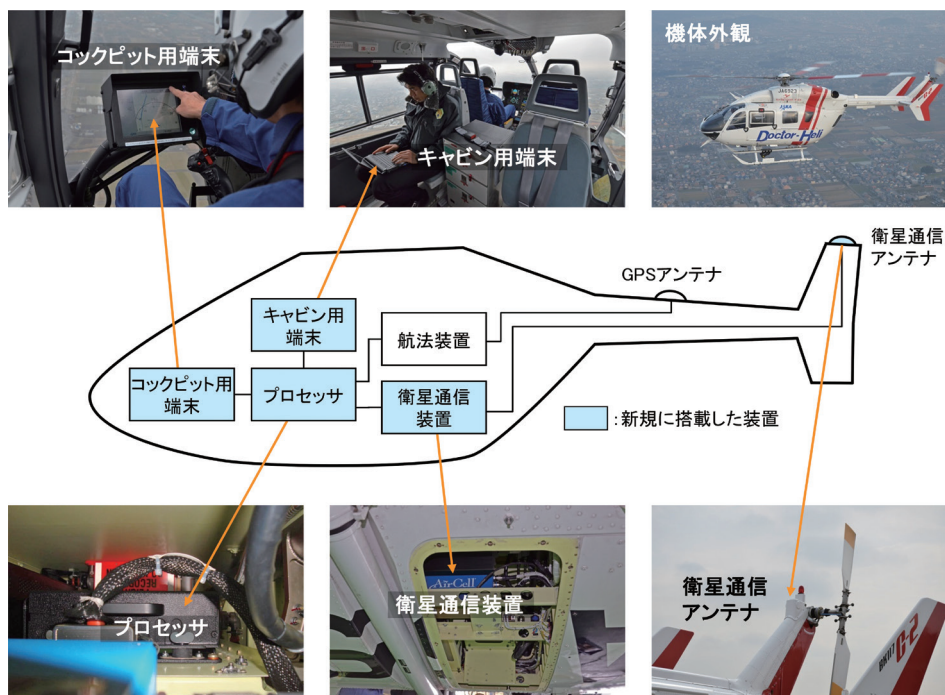


図4 D-NET 機上システムの機器構成と搭載例



図5 機上端末の表示・入力画面の例

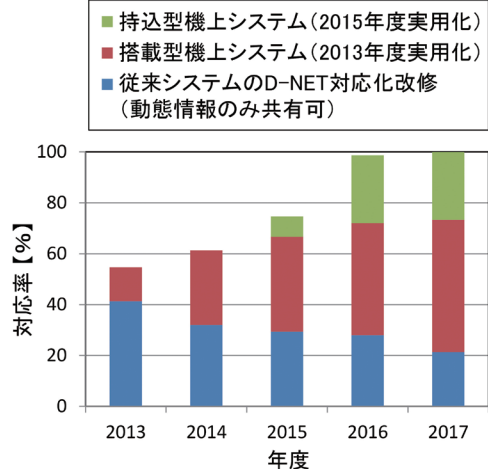


図7 消防防災ヘリコプターのD-NETへの対応率



本体

ディスプレイ

図6 持込型機上システムと使用例

ているデータはテキスト情報のみとしており、画像や映像の送受信は想定していません。ヘリコプターで上空から発見した災害情報等もテキストデータ化して送信します。このため、災害の種類や発生地域等を容易にデータ入力可能なHMI (Human Machine Interface) を開発しました。図5に機

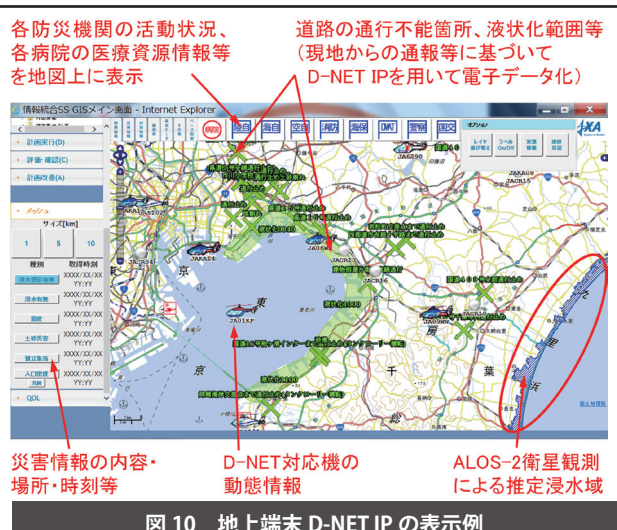
上端末の表示・入力画面の例を示します。現時点ではタッチパネルによる入力を採用していますが、将来的には音声入力等の実用化も期待されます。

この機上システムは2013年5月に民間企業（ナビコムアビエーション株式会社）へのライセンスによって製品化し¹⁾、2014年4月から総務省消防庁の「集中管理型消防防災ヘリコプター動態管理システム」として運用開始され、全国の消防防災ヘリコプターに順次配備が進められました²⁻³⁾。

このシステムは機体への搭載工事（修理改造）が必要なため、費用が高くなることや工期中は機体が運用できなくなることなどが課題でした。このため、2016年3月には搭載工事が不要な持込型の機上システムを開発、製品化しました（図6）。これにより普及が促進され、2017年には国内全ての消防防災ヘリコプター（全75機）に配備が完了しています（図7）⁴⁾。

4. 地上システム

地上の端末には各機体の運航状況や災害情報等が表示されます。当初開発したシステム⁵⁻⁶⁾は、ヘリコプターで発見、送信された災害情報のみを扱う仕様となっており、通常のPCを用いたHMIを採用していました（図8）。入力にはキーボードとマウスを用い、災害対策本部等ではプロジェクターを用いてスクリーンに表示していました。その後、従来



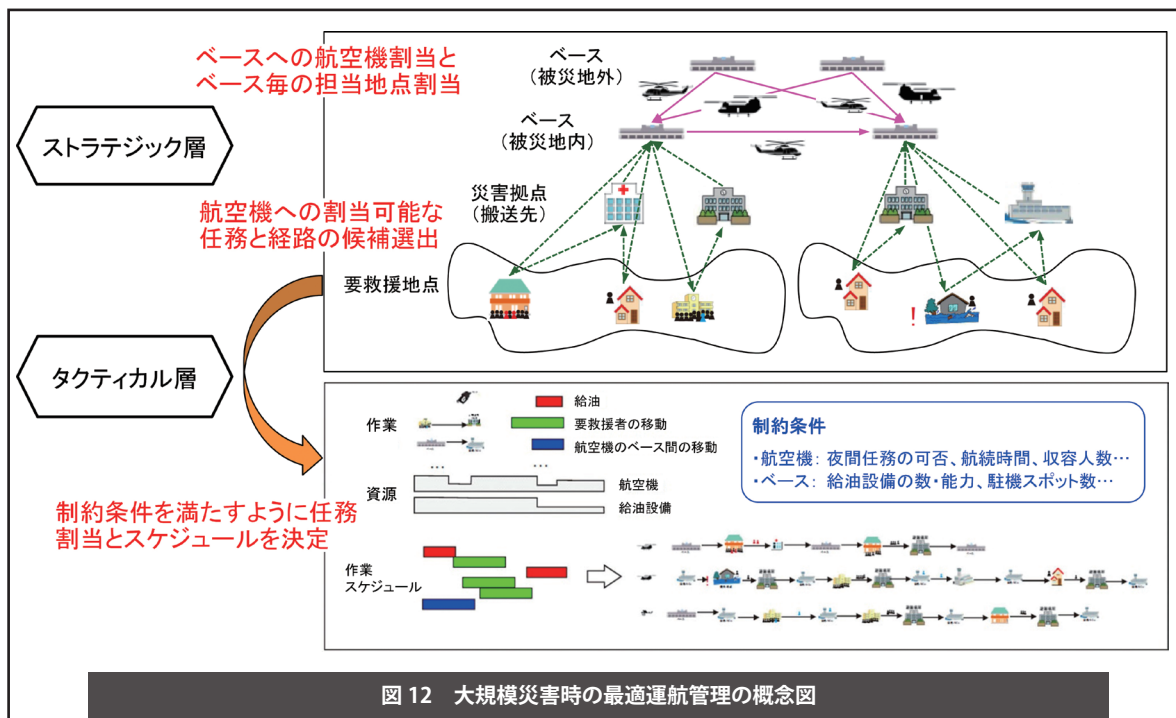
から災害対策本部で行われている紙の地図やホワイトボードを用いた情報管理手法との親和性を高めるため、インタラクティブ・プロジェクターを用いたペン入力によるHMIを開発しました(図9)。図10にこのシステム(D-NET IP)の表示の例を示します。ヘリコプターで発見、送信された災害情報のみでなく、地上からの通報等によって得られる災害情報等も容易にデータ化可能なHMIとなっています。D-NET IPは2018年4月に民間企業(三菱スペース・ソフトウェア株式会社)へのライセンスにより製品化しました⁷⁾。

D-NET IP は災害対策本部等での利用を想定したのですが、災害現場で救助隊員等も利用できるよう、スマートフォンやタブレット PC 等の携帯端末から D-NET にアクセスするシステム(D-NET WEB) も開発を進めています(図 11)。D-NET WEB は 2018 年度中の製品化を目指しています。

5. 大規模災害時の最適な運航管理

前章まで D-NET のシステム構成について述べましたが、本章では JAXA で研究開発を進めている最適運航管理技術について紹介します(図 12)。

ヘリコプターは機体ごとに装備品（情報収集用のカメラ、救助用のホイスト、救急医療機器、空中消火装置等）や最大飛行速度、ペイロード等の機能・性能が異なるため、救援活動を効率的に行うため



には各機体に最適な任務を割り当てることが重要です。大規模災害時には、全国に配備されているヘリコプターを被災地に派遣しますが、まず、どのヘリコプターをどの被災地に派遣するか戦略的（戦略的）な判断が重要となります。各機体の機能・性能のみでなく、点検（飛行時間点検や定期点検）までに運用可能な時間等も考慮する必要があります。被災地では、各機体への任務の割り当てや飛行計画の立案等の戦術的（タクティカル）な判断を行います。この際には、特定の駐機場や給油設備に同時に機体が集中しないような配慮も必要となります。東日本大震災でも、給油可能な場所に機体が集中し、給油の順番待ちが生じることで、集まった機体を効率的に運用できなかった事例がありました。このような様々な条件を考慮し、最適な運航計画の立案を支援する技術を開発しています。

D-NETを導入した場合の効果や課題等の検討のため、防災訓練における実機を用いた評価と、シミュレーション環境を用いた評価の2つの方法で評価を行い、その結果を開発仕様に反映してきました。例えば、情報入出力のHMIの評価等は実運用環境で行うことが不可欠です。一方で、数百機のヘリコプターが同時に飛行する状況での最適運航管理の効果はシミュレーション環境でしか評価することが

できません。以下にこれらの評価結果の例を紹介します。

6. 防災訓練における評価の例

D-NETによる情報伝達の効率化の評価を行うため、2012年10月に緊急消防援助隊近畿ブロック合同訓練において評価実験を実施しました。神戸市の協力により、同市の消防ヘリコプターにD-NETの機上システムを搭載し、運航拠点（神戸ヘリポート）と総務省消防庁（霞が関）に地上システムを設置しました（図13）。当時、D-NETに対応した消防防災ヘリコプターはこの1機のみであったため、D-NETの機上システムを搭載したJAXAの実験用ヘリコプターも訓練に参加して実験を行いました。この訓練には7機の消防防災ヘリコプターが参加し、神戸市の消防ヘリコプターは情報収集の任務を担当し、上空から発見した災害情報を運航拠点や災害対策本部に伝達して、その情報に基づいて他のヘリコプターが救援任務を実施しました。この際、従来手法による場合とD-NETを用いた場合で、災害の発見から救援任務の開始までの平均時間を比較しました（図14）。この実験では、D-NETを用いた場合、従来手法に比べて23分（72%）の時間短縮効果が得られることが明らかとなりました。

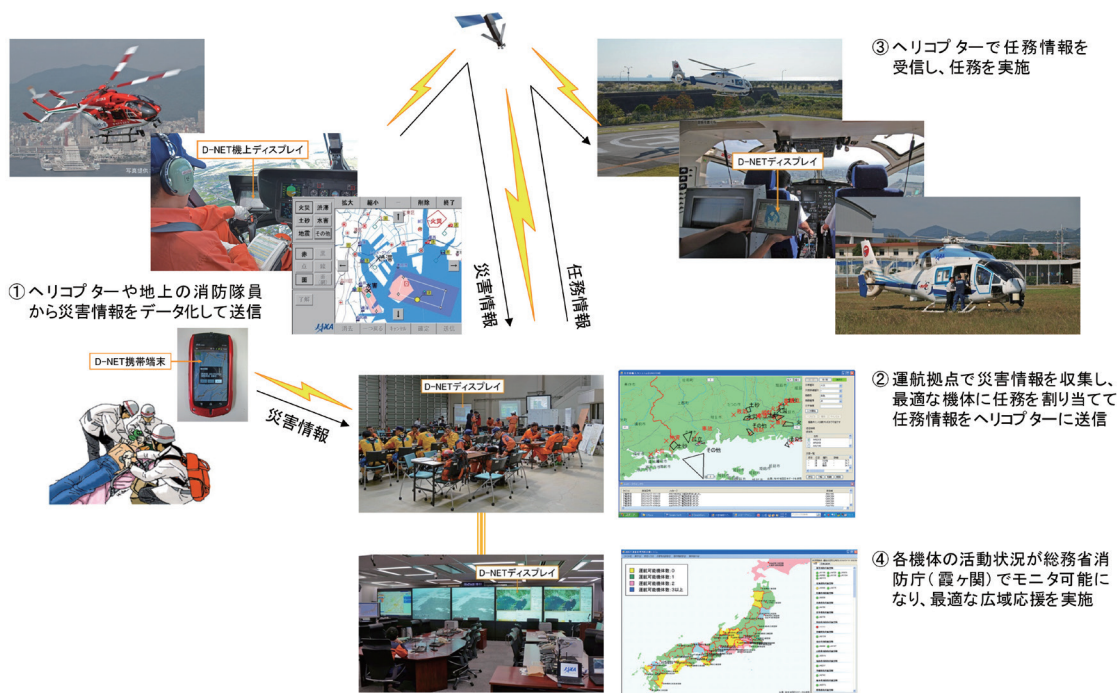


図 13 防災訓練における D-NET 導入効果の評価実験の例

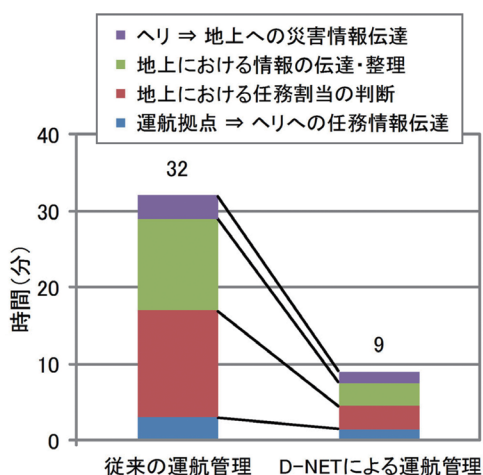


図 14 防災訓練における D-NET 導入効果の評価結果の例

その後も、大規模地震時医療活動訓練（内閣府主催）や緊急消防援助隊地域ブロック合同訓練（消防庁主催）等に参加し、多数の防災機関の協力を得て、D-NETの評価、改良を進めてきました。2017年度には、これらの機関にD-NETの有効性に対するアンケート調査を実施しました。図15に結果の例を示します。この例は、大規模災害時に

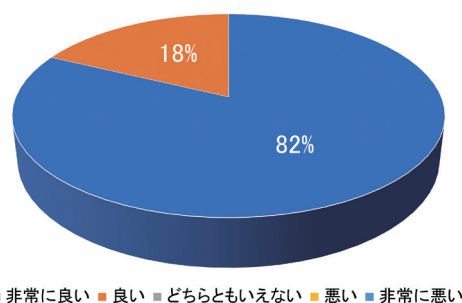


図 15 防災訓練における D-NET 有効性の評価結果の例

におけるD-NETの有効性について、5段階（非常に良い、良い、どちらともいえない、悪い、非常に悪い）で評価した結果です。評価者は内閣府、自治体、消防、警察、海上保安庁、自衛隊、DMAT（災害派遣医療チーム）等、計31の機関で、全ての評価結果が上位2段階となりました。

7. シミュレーションによる評価

JAXAでは、D-NETの導入効果を評価するために、大規模災害時の救援航空機の運航シミュレーション環境を開発しています⁸⁾。内閣府等が定めている被害想定をもとに、航空機の救援任務を生成

発災後経過時間	航空機による救援者数	
	D-NET なし	D-NET あり
24 時間	2,619 人	5,491 人
48 時間	11,790 人	20,333 人
72 時間	19,304 人	26,493 人

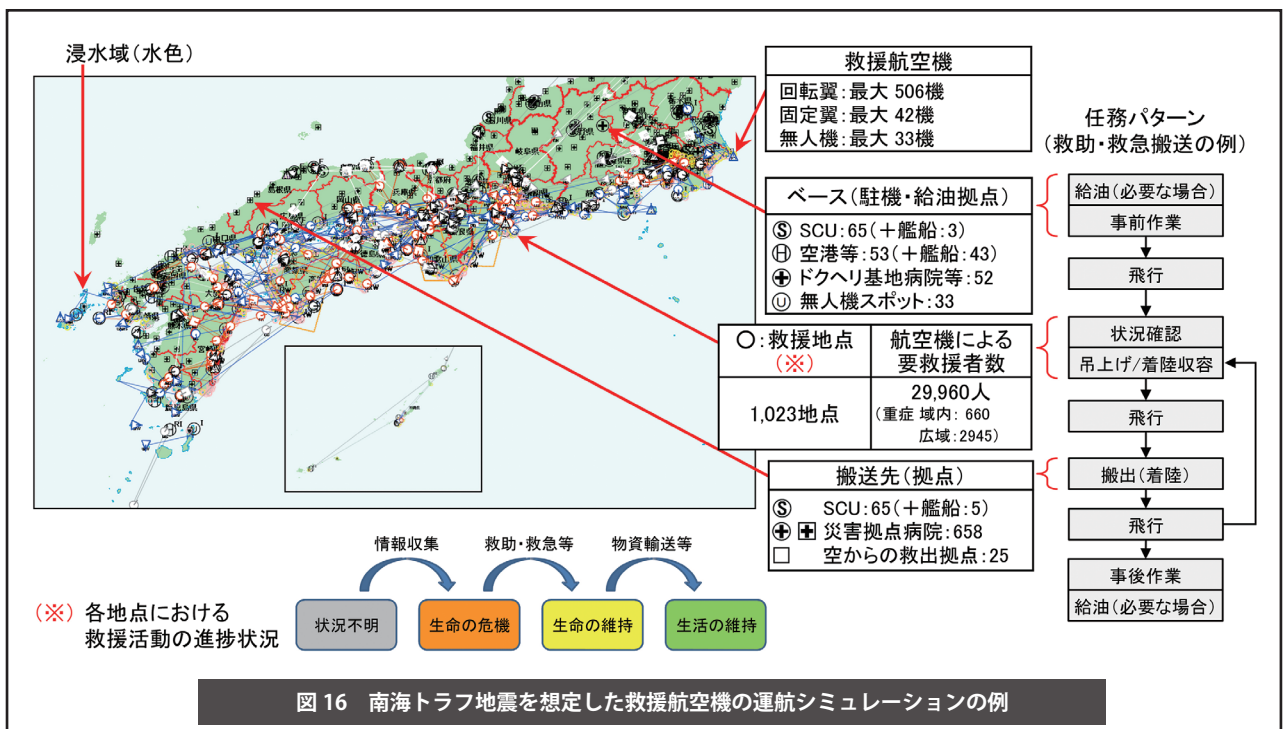
表 2 南海トラフ地震のシミュレーション結果の例

し、時々刻々の各機体の運航を高精度に模擬しています。図 16 は南海トラフ地震のシミュレーションの例です。ここに示した例では、約 3 万人（29,960 人）の航空機による要救援者が発生すると想定しています。この数字は、災害現場からの救助のみでなく、重症者の広域搬送等も含めたものです。従来手法による場合と D-NET を用いた場合で、発災後の経過時間と救援者数を示した例が表 2 です。救命率が大きく低下すると言われている 72 時間以内の救援者数は、D-NET を用いた場合、約 7 千人（7,189 人）増えています。D-NET を用いた場合に救援者数が増える理由は、様々な情報ソースから得られる災害情報をシステム上で迅速に集約、処理できること、およびその情報に基づいて最適な運航計画を立案できるためです。ただし、全ての防災機関の航空機の運航管理が D-NET で一元的に行われることを想定した結果です。

8. 実災害における活用事例

D-NET は既に実災害でも使われ始めています。2015 年 9 月に発生した関東・東北豪雨（特に鬼怒川の堤防決壊による被害地域）で試行的に活用され、JAXA も技術協力を行いました。これを機に、大規模災害時に防災機関の求めに応じて JAXA が技術協力を行う体制が確立しました。

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、現地で活動する消防防災ヘリコプターのうち、まだ D-NET に対応してなかった機体に対して、JAXA が保有している持込型の機上システムを用いることにより、全ての機体が D-NET に対応した状態で救援活動が行われました。また、ドクターヘリでは、株式会社ウェザーニューズが提供している FOSTER-copilot と呼ばれる動態管理システムが普及していますが、D-NET とこのシステムの間で相互に情報共有を可能にすることにより、消防防災ヘリコプターとドクターヘリのより効率的な連携に貢献しました⁹⁾。これを機に、DMAT（災害派遣医療チーム）、国内 12 社のドクターヘリ運航会社、株式会社ウェザーニューズ、JAXA の間で協定が締結されました¹⁰⁾。消防防災ヘリコプターの動態情



報は消防庁で一元的に管理されていますが、ドクターヘリについては、普段は運航会社ごとに管理されています。大規模災害時には、運航会社や使用するシステムの壁を越えて、消防防災ヘリコプターとドクターヘリの間で情報共有を行う体制が確立しました。

2017年7月に発生した九州北部豪雨では、大きな被害が出た朝倉市の市役所、福岡県庁、消防庁（霞が関）にD-NET IPを設置し、災害情報をデータ化、共有化することにより、現地での救援計画の立案や、県庁や消防庁における後方支援の判断等に活用されました¹¹⁾。

9. 今後の計画

JAXAにおけるD-NETの研究開発は、2012年から2015年までの間、「次世代運航システム（DREAMS）プロジェクト」（本誌7、8月号参照）の一環として基本的な技術やシステムを確立し、その後2017年までフェーズ2の事業として、本誌で紹介した持込型機上システムやD-NET IP/WEB等の地上システムの開発等を進めました。今年度からはフェーズ3の事業として、主に以下の3つの研究開発を進める計画です。

- (1) 従来は自然災害発生後の対応（減災）での利用を想定していましたが、事故や人為的災害の未然防止等も含めたより広い意味での危機管理に利用可能な機能の研究開発を進めます。
- (2) これまでJAXAが主に連携してきた消防機関に加えて、より多くの防災機関との連携を深め、各機関固有のニーズに対応した技術を開発するとともに、大規模災害時にはこれらの府省庁等の間でより効率的な連携を行うための機能の研究開発を進めます。
- (3) 今後、防災分野でも利用が拡大される無人機（ドローン）との連携や、機能・性能が向上する次世代の通信衛星や陸域観測衛星等の利用に必要な技術を開発することにより、D-NETの機能・性能を向上します。

10. おわりに

本稿では、災害救援航空機情報共有ネットワーク

（D-NET）について紹介しました。このような機会を与えていただいた日本航空技術協会に厚く御礼申し上げます。D-NETはまだ発展途上のシステムであり、今後の研究開発には、防災機関、運航会社、アビオニクスメーカー、IT・ソフトウェアメーカー等、多くの関係機関の協力が必要です。本稿が、今後のD-NETの普及促進の一助となれば幸いです。

参考文献

- 1) JAXA プレスリリース、「衛星通信を利用した航空機用災害情報伝送システム」の製品化について、http://www.jaxa.jp/press/2013/05/20130527_d-net_j.html, 2013年5月。
- 2) JAXA プレスリリース、総務省消防庁によるD-NETに対応した集中管理型消防防災ヘリコプター動態管理システムの運用開始について、http://www.jaxa.jp/press/2014/04/20140409_d-net_j.html, 2014年4月。
- 3) JAXA 広報誌 JAXA's, 消防防災ヘリの運用に導入された JAXA の D-NET, http://fanfun.jaxa.jp/c/media/file/media_jaxas_jaxas064.pdf, 2016年4月。
- 4) JAXA 広報誌 FLIGHT PATH, 消防防災ヘリの安全かつ効率的な運用を可能にする技術を、http://www.aero.jaxa.jp/publication/magazine/pdf/fp_no20.pdf, 2018年4月。
- 5) 小林啓二、奥野善則、石井寛一、災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）の開発、日本航空宇宙学会第46期年会講演会、JSASS-2015-1106, 2015年4月。
- 6) (公財) 航空機国際共同開発促進基金、解説概要 28-7, 災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）, <http://www.iadf.or.jp/document/pdf/28-7.pdf>, 2017年3月。
- 7) JAXA プレスリリース、D-NET 対応「災害時情報共有アプリケーション」の製品化について、http://www.jaxa.jp/press/2018/03/20180330_d-net_j.html, 2018年3月。
- 8) 真道雅人、小林啓二、奥野善則、大規模災害時における救援航空機の多数運用を対象とした意思決定支援技術の開発、消防輯報平成28年度第70号、消防庁消防研究センター, 2018年1月。
- 9) JAXA プレスリリース、熊本地震におけるD-NETの貢献について、http://www.jaxa.jp/press/2016/05/files/20160519_dnet_02_j.pdf, 2015年5月。
- 10) JAXA HP トピックス、D-NET を用いたドクターヘリ等の情報共有に関する協定の締結について、<http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dnet2/news170602.html>, 2017年6月。
- 11) JAXA HP トピックス、「平成29年7月九州北部豪雨」における技術協力に対し、消防庁長官より感謝状をいただきました、<http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dnet2/news180327.html>, 2018年3月。