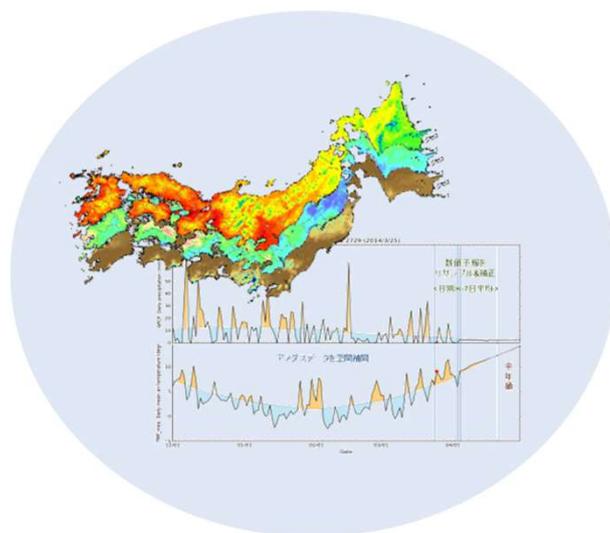


1kmメッシュ農業気象データ システムの利用と応用

標準作業手順書

—公開版—



目 次

1. メッシュ農業気象データシステムの特徴	1
・気候変動と農業現場の現状と課題	
・メッシュ農業気象データシステムの概要と特徴	
・想定される導入先	
・想定される農業現場での利用	
・利用年限その他	
2. メッシュ農業気象データシステム全体の構成	3
・メッシュ農業気象データシステムが提供するデータ	
・利用申請、報告、サポート等	
・免責事項	
・利用して得た成果等の公表について	
3. メッシュ農業気象データの精度	9
・メッシュ農業気象データシステムが提供する予報値の精度	
・本システムの気象予報値を用いた効果	
・地理的、地形的精度の限界	
・時間的分解能による制約	
4. 技術の導入先	12
・対象	
・導入相談のコンタクト先	

目 次

5. MS-Excelによるメッシュ農業気象データの取得と利用	13
・「AMGSDS_1d_win_v*.*.xlsm(Windows 用)」、 「AMGSDS_1d_mac2016_v*.*.xlsm(Mac 用)」	
・「AMGSDS_2d_win_v*.*.xlsm(Windows 用)」、 「AMGSDS_2d_mac2016_v*.*.xlsm(Mac 用)」	
・「AMGSDSDataGetter.xlsm(Windows 用)」	
6. モバイルアプリを用いたデータの取得と利用	16
・「農地気象環境診断アプリ」	
7. プログラミング言語Pythonを用いたデータの取得と利用	17
・Python(パイソン)の特徴	
・Python利用の環境構築	
8. Python の各種サンプルプログラム	19
・気象値の表示	
・土地利用データの利用	
・地理院地図への気象値の表示	
・水稻の出穂日分布図の作成	
・GISに読み込み可能なファイルの作成	
・水田水温の計算	
9. メッシュ農業気象データの活用事例	21
・事例1:野菜取引の安定化	
・事例2:温室の暖房燃料使用量試算ツール	
・事例3:水田自動水管理ソフト	
・事例4:栽培管理支援システム	
・事例5:牧草夏季播種晩限日計算プログラム	

目 次

- ・事例6：農研機構外における活用事例
飼料用とうもろこし安定栽培マップ閲覧システム
- ・事例7：農研機構外における活用事例
水稻のメッシュ推定平年収量および生育区分データ

参考資料

担当窓口、連絡先

補足資料－1kmメッシュ農業気象データシステムの普及計画－

1. メッシュ農業気象データシステムの特徴

■ 気候変動と農業現場の現状と課題

- 近年の気候変動・温暖化傾向と経営の大規模化を背景として、農業現場でも気象条件を考慮して作物を管理する必要性が増しています。
- ある地点の気象データを得るには、これまでは近くのアメダス等の気象観測データを参照する他なく、その地点の正確な情報が得られませんでした。
- 多くの気象データが蓄積され、また、数週間先まで気象予測データが発表されるようになりましたが、農業に利用する上では収穫期までのデータが必要となります。

■ メッシュ農業気象データシステムの概要と特徴

メッシュ農業気象データシステムは、農業現場向けの気象情報として、農研機構が開発・運用する気象データサービスです。

- 全国の日別および時別気象データを約1km 四方(基準地域メッシュ)を単位に整備し、提供しています。
- 日平均気温等の気象値は、観測値、気象予報値、平年値がシームレスに接続しています。気象予報値は当日から最長26日先まで推定しており、1日1回更新されます。時別気温の気象予報値は当日から9日先まで推定しており、同様に1日1回更新されます(いずれも土日、年末年始、休日は除く)。
- 簡単な利用として、専用表計算ソフトを用いたデータ取得、計算、グラフ化ができます。
- 高度な利用として、プログラミングによるデータの取得、処理をすることで、広域のデータ表示、モデル計算による収穫適期の予測、栽培に適した作物や品種等の検討が可能となります。

■ 想定される導入先

- メッシュ農業気象データを用いた研究、サービス提供を考えている公設試、企業、普及活動をする普及員等を想定しています。
- 公設試や企業等から提供されるメッシュ農業気象データを利用したサービスを、生育診断や栽培管理に使うことを考えている先進的な農家・経営体を想定しています。

■ 想定される農業現場での利用

- 作物の生育を精度よく予測でき、追肥や防除などを適時に計画・実施できるようになり、品質・収量の向上と経営の効率化が期待できます。
- これまでより精度よく収穫適期が予測でき、適期の収穫が可能となることで品質の向上が望めます。
- 新規作物や新品種を検討する場合に、環境適応性を検討できます。

■ 利用年限その他

- メッシュ農業気象データは、キャパシティブルディングとして、気象データの農業現場での有効活用方法を検討していただくためのデータです。
- 同一利用目的のための試用は、当年度と翌年度のみ限定とします。別目的の試用、または研究、開発、教育であれば、別途利用申請する必要があります。
- 農研機構の研究方針、研究期間によっては、サービスの変更、終了の可能性が
あります。
- 同質のデータが、メッシュ農業気象データの技術移転先企業からも販売されています。栽培管理システム等、技術の開発・試用が終了し、運用可能となった場合、又は業務利用・商業利用をする場合には、「農業データ連携基盤」(通称:WAGRI、呼称:ワグリ)に申請の上、ご利用ください。また、農研機構のメッシュ農業気象データ配信サービスが終了した場合も、WAGRIを通じて気象データの販売が継続される予定です。
- 農業データ連携基盤(WAGRI)利用申請窓口農研機構
<https://www.naro.go.jp/laboratory/rcait/wagri/>
- 農研機構メッシュ農業気象データの技術移転先のWAGRI-API紹介サイト
<https://wagri.net/ja-jp/wagriapi/methodinfo/87733a08-6887-42a8-b51f-d6bdeae819f0>

2. メッシュ農業気象データシステム全体の構成

■ メッシュ農業気象データシステムが提供するデータ

メッシュ農業気象データシステムに搭載されるすべてのデータは、JGD2000 (Japanese Geodetic Datum 2000、新測地系) に準拠しています。GIS (Geographic Information System、地理情報システム) を用いることで重ね合わせや計算、集計ができます。

● メッシュ日別気象値：

- メッシュ日別気象値は、メッシュ毎に整備されている日別気象データで、一部のデータを除き、1980年1月1日から翌年の12月31日までの期間が収録されています。

表 2 - 1. メッシュ農業気象データシステムが提供する農業気象データの一覧

気象要素	記号	単位	日別気象値			日別平年値
			過去期間	予報期間	平年値期間	
日平均気温	TMP_mea	°C	1980年1月～	～26日先	～1年後	2011年～1年後
日最高気温	TMP_max	°C	1980年1月～	～26日先	～1年後	2011年～1年後
日最低気温	TMP_min	°C	1980年1月～	～26日先	～1年後	2011年～1年後
日積算降水量	APCP ¹⁾ APCPRA ²⁾	mm/day	1980年1月～ 2008年1月～	～26日先	～1年後	2011年～1年後
1mm以上の降水の有無	OPR	0(無)～1(有)	1980年1月～	～9日先	～1年後	2011年～1年後
日照時間	SSD	h/day	1980年1月～	～26日先	～1年後	2011年～1年後
全天日射量	GSR	MJ/m ² /day	1980年1月～	～9日先	～1年後	2011年～1年後
下向き長波放射量 ³⁾	DLR	MJ/m ² /day	2008年1月～	～9日先	なし	なし
日平均相対湿度 ⁴⁾	RH	%	2008年1月～	～9日先	なし	なし
日平均風速	WIND	m/s	2008年1月～	～9日先	なし	なし
積雪深	SD	cm	1980年10月～	～9日先	なし	なし
積雪相当水量	SWE	mm	1980年10月～	～9日先	なし	なし
日降雪相当水量	SFW	mm/day	1980年10月～	～9日先	なし	なし
予報気温の確からしさ ⁵⁾	PTMP	°C	なし	～26日先	なし	なし

1) アメダスベースの過去値

2) 解析雨量ベースの過去値

3) 大気からの放射量(霜や融雪に影響)

4) 日常でよく使われる湿度の正式名称

5) 気温予報値の標準偏差の近似値

- 図2-1 は、メッシュ農業気象データシステムが2020年7月10日に配信した2020年1年分の日平均気温データのグラフですが、この例では7月9日以前が過去期間、7月10日から8月5日までが予報期間、8月6日以降が平年値期間です。予報期間のうち、9日先までの予報は、気象庁の数値予報モデルGPV(Grid Point Value、数値予報格子点値)に基づいて行われます。そして、10日先以降の予報については、ガイダンスと呼ばれる別な気象庁資料に基づいて行われています。

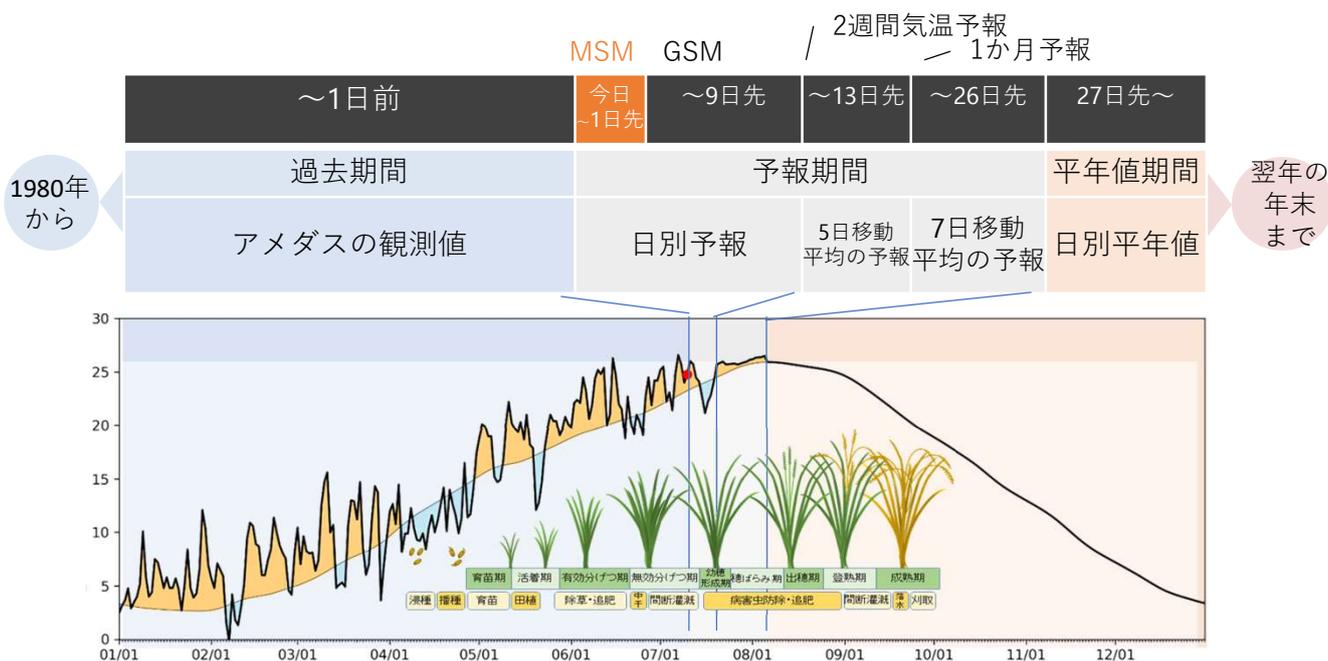


図 2 - 1. システムが作成した気象データの例 (下段) と作成に使用する気象資料と処理の概要 (上段)

MSM: Meso Scale Model (メソ数値予報モデル)GPV

GSM: Global Spectral Model (全球数値予報モデル)GPV (日本域)

● メッシュ日別平年値:

- 日平均気温、日最高気温、日最低気温、日積算降水量、1mm以上の降水の有無、日照時間、全天日射量については、日別平年値がメッシュ毎に整備されています。
- 気象庁から公開されている「メッシュ平年値2010」は月別値です。メッシュ日別平年値はこの値に一致するように作成されています。
- 現在使われている平年値は1981~2010年までの30年間の平均値です。この値が、2011~2020年の間、毎年繰り返し使われています。
- 平年値は10年に一度更新され、次の更新は2021年(1991~2020年までの30年間の平均値)です。

- メッシュ時別気象値:

- メッシュ時別気象値は、メッシュ毎に整備されている時別気象データで、気温についてのみ、2018年1月1日から9日先までの期間が収録されています。

- 地理情報データ:

- メッシュの面積、平均標高、土地利用比率、所属都道府県が、メッシュ毎に整備されています。
- 表2-2は、メッシュ農業気象データシステムが提供する地理情報の一覧です。メッシュの面積、平均標高、土地利用比率、所属都道府県が、メッシュ毎に整備されています。気象データとこれらを組み合わせることで、たとえば、標高がメッシュ平均標高とは相当程度異なる特定地点の気温を推定することや、特定県における気温分布図を作成すること、特定領域における降水の総量を推定することなどが行えます。

表 2 - 2. メッシュ農業気象データシステムが提供する地理情報の一覧

地理情報	記号	単位	備考
平均標高	altitude	m a.s.l.	気象庁が「メッシュ平年値2010」を作成する際に使用したメッシュの平均標高データ。
面積	area	m ²	各メッシュの正確な面積。
－土地利用比率－			
田	landuse_H210100	%	湿田・乾田・沼田・蓮田及び田。
その他の農用地	landuse_H210200	%	麦・陸稲・野菜・草地・芝地・りんご・梨・桃・ブドウ・茶・桐・はぜ・こうぞ・しゅろ等を栽培する土地とする。
森林	landuse_H210500	%	多年生植物の密生している地域とする。
荒地	landuse_H210600	%	しの地・荒地・がけ・岩・万年雪・湿地・採鉱地等で旧土地利用データが荒地であるところとする。
建物用地	landuse_H210700	%	住宅地・市街地等で建物が密集しているところとする。
道路	landuse_H210901	%	道路などで、面的に捉えられるものとする。
鉄道	landuse_H210902	%	鉄道・操車場などで、面的にとらえられるものとする。
その他の用地	landuse_H211000	%	運動競技場、空港、競馬場・野球場・学校港湾地区・人工造成地の空地等とする。
河川地及び湖沼	landuse_H211100	%	人工湖・自然湖・池・養魚場等で平水時に常に水を湛えているところ及び河川・河川区域の河川敷とする。
海浜	landuse_H211400	%	海岸に接する砂、れき、岩の区域とする。
海水域	landuse_H211500	%	隠頭岩、干潟、シーパースも海に含める。
ゴルフ場	landuse_H211600	%	ゴルフ場のゴルフコースの集まっている部分のフェアウェイ及びラフの外側と森林の境目を境界とする。
－都道府県範囲－			
全国一括都道府県範囲	pref_all60	なし	都道(振興局)府県に割り振られた番号(表I-3参照)を各メッシュに割り付けたもの。複数の都府県に所属するメッシュには、メッシュの中心点が所属する都道府県の番号が付与されている。
都道府県別範囲	pref_####	なし	####には都道(振興局)府県番号(https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=geodata#土地利用比率参照)が入る。数字に対応する都道(振興局)府県に含まれるメッシュに値1、他のメッシュに無効値が与えられている。一部でも当該都府県に含まれていればそのメッシュには1が与えられる。

- **メッシュ気候変化シナリオ:**

- わが国で開発された2つの気候モデル、MIROC5(東京大学/国立環境研究所/海洋研究開発機構)ならびにMRI-CGCM3(気象庁気象研究所)、および世界の気候モデルの中で、過去の我が国の影響評価研究でよく用いられてきたGFDLCM3(米国:海洋大気庁地球物理流体力学研究所)、HadGEM2-ES(英国:気象庁ハドレーセンター)、ならびにCSIRO-Mk3-6-0(豪州:連邦科学産業研究機構)を用いて、現在気候(1981~2005年)および温暖化ガス排出シナリオRCP(Representative Concentration Pathway、代表濃度経路シナリオ)8.5(高位参照シナリオ)、および、RCP2.6(低位安定化シナリオ)に基づく将来気候予測(2006~2100年)を1kmメッシュにダウンスケーリングした気候変化シナリオデータも搭載されています。

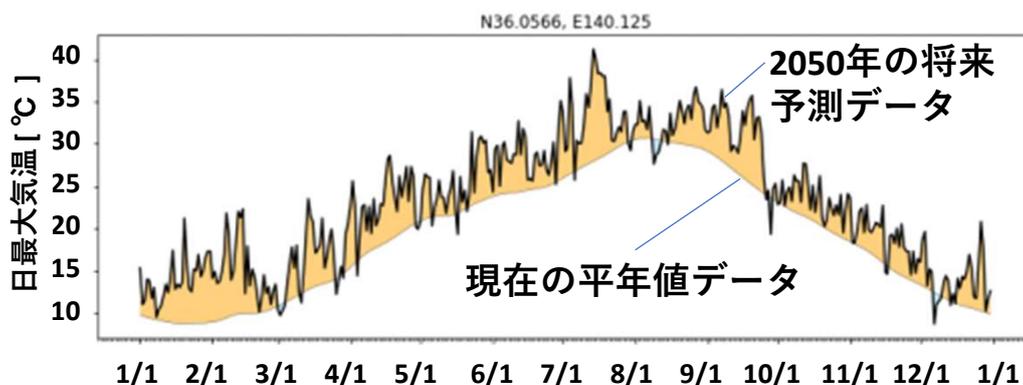


図 2 - 2. メッシュ気候変化シナリオ(MIROC5、RCP8.5)データと現在の平年値との比較
(北緯36.0566、東経140.125地点)

<参考文献>

西森ら、2019: 農業利用のためのSI-CAT日本全国1km地域気候予測シナリオデータセット(農研機構シナリオ2017)について. 日本シミュレーション学会誌、38巻、p.150-154.

農研機構、2020: 地域気候変動適応策評価のための「農研機構地域気候シナリオデータセット」の利用標準作業手順書.

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/139234.html.

■ 利用申請、報告、サポート等

- 研究・開発・教育・試用の用途に限り、メッシュ農業気象データシステムを利用できます。
- 利用申請: 利用規約、免責事項をご確認の上、利用申請を行う必要があります。また、前年度に登録利用されている方も、利用期限内に継続利用申請が必要となります。

(<https://amu.rd.naro.go.jp/>)

- 利用報告: 利用者の方には、利用期限内に利用報告をお願いしています。
(<https://amu.rd.naro.go.jp/auth/>)
- サポート、情報提供: 利用者限定Wikiのホームページを開設し
(https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_user/doku.php)、利用者限定した情報提供を行っています。また、技術相談を民間のビジネスチャットSlackを利用して行っています。

(<https://amgsds.slack.com>)

■ 免責事項

- 本手順書に記載したシステムの利用によって、気象データの取得といった簡単な利用から収量予測等の高度な利用まで可能です。本手順書は農業現場での有効活用を検討していただくためのものです。
- 農研機構は、本手順書に記載されたデータの正確性、安全性、適法性、完全性などについて一切保証するものではなく、このシステムの利用によって生じた結果および、このシステムを利用できないことによって生じた損失には責任を持ちません。
- 特に、農業気象データの予報値については、あくまでも予報であり、予報期間が長くなるほど信頼性は低くなることを了解された上で利用してください。

■ 利用して得た成果等の公表について

- このデータを利用して得た成果等を公表する場合は、「農研機構メッシュ農業気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO)」を利用した旨を明記してください。(なお、メッシュ農業気象データの技術移転先企業から購入したデータを用いた場合はこの限りではありません。)

<引用文献>

大野ら、2016: 実況値と数値予報, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象、16巻、p.71-79.

3. メッシュ農業気象データの精度

■ メッシュ農業気象データシステムが提供する予報値の精度

予報は、期間が長くなればなるほど難しいものです。一般に、日別予報の限界は7日程度といわれており、メッシュ農業気象データもこれと同様の特性を持ちます。

- 図3-1は、メッシュ農業気象データシステムの予報値について、その誤差(EF)と平年値を予報値とみなした場合の誤差(EC)を用いて、平年値の使用に比べた時の誤差低減の効果 $((EC-EF)/EC)$ を調べたものです。予報が的中する場合は100%、予報が外れ平年並みとした場合と差がない場合は0%となります。これを見ると、予報を日別に考えた場合の効果はせいぜい7日程度に留まることが分かります(水色線)。一方、これから先n日間の平均気温という観点で効果を見ると20日よりも先まで認められます(赤線)。

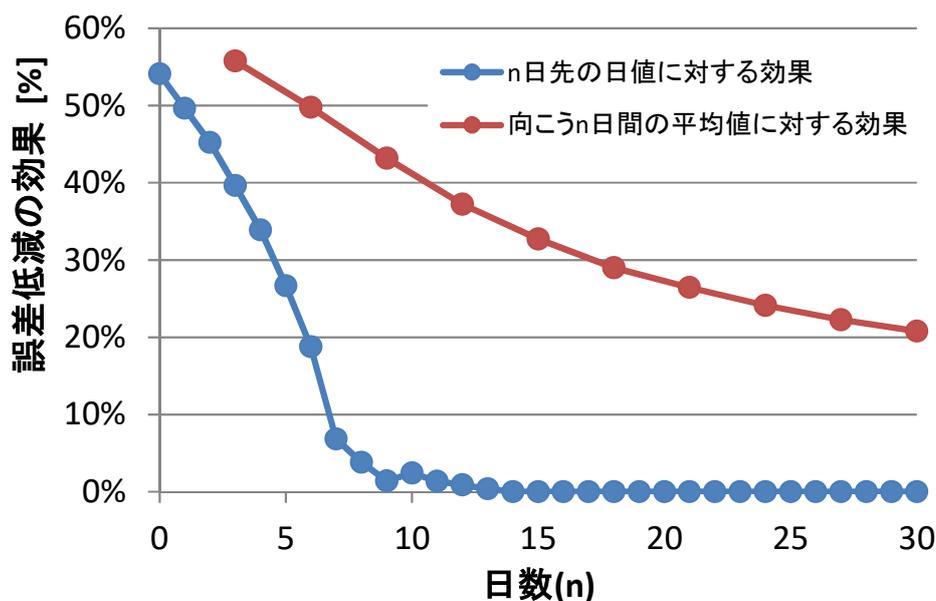


図3-1. メッシュ農業気象データの予報値の効果と予報日数との関係

メッシュ農業気象データシステムの予報値の誤差(EF)と、「その日の気象値は平年値と同じになる」と予測した時の誤差(EC)の差を標準化した $(EC-EF)/EC$ を誤差低減の効果の指標とした。

ただし、EFとECは、それぞれ、実測値に対する二乗平均平方根誤差(RMSE)である。

全アメダス地点を対象に2011年～2015年について計算した。

■ 本システムの気象予測値を用いた効果

- 作物の発育はある特定の日の寒暖よりもある期間の気温の積算値に強く影響されます。このため、長期間の予報値が持つ特性は、発育を予測する場合に有利です。実際、2015年に北海道十勝地方で小麦を対象に実施した出穂日の予測についての試験では、メッシュ農業気象データを用いた発育予測が従来の方法に比べて30~40日前でも予測誤差が4日程度小さく、かつ、15日程度早くから正しい出穂日を予測することができました(図3-2)。

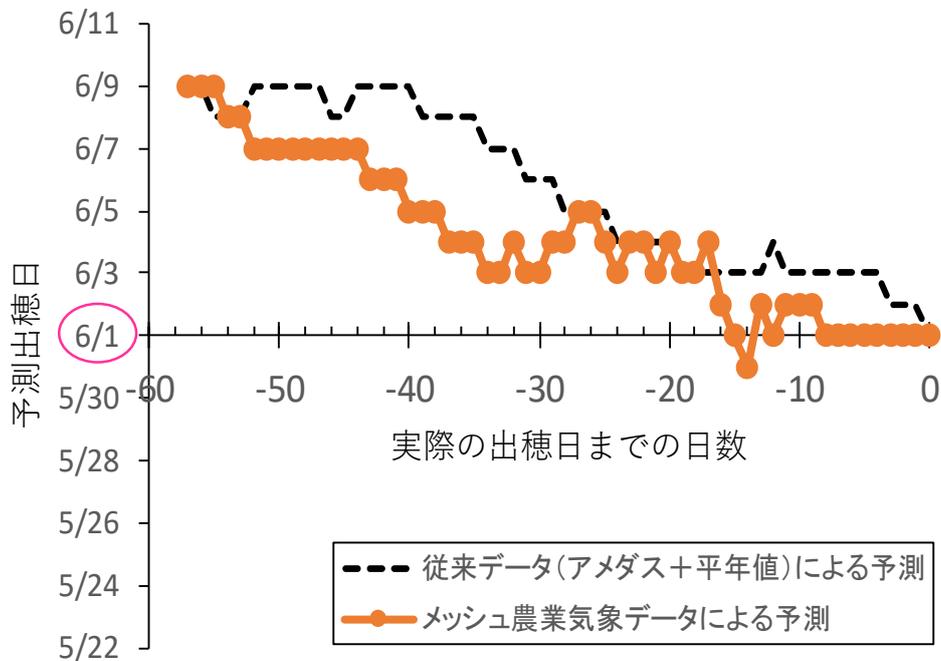


図3-2. 北海道十勝地方における2015年産小麦の出穂日予測値の経日変化

■ 地理的、地形的精度の限界

- 日本国内における気象観測点(地上気象観測所とアメダス)は市街地に位置することが多く、農耕地と異なることがあります。メッシュ農業気象データは気象観測点のデータを考慮して作成されているため、メッシュ農業気象データの精度を考える上で、気象観測点と農耕地における気象環境の違いが問題となります。
- 調査の結果、市街地に隣接した水田では、1年を通して気象台(市街地)よりメッシュの値が低温で、夜間より日中に気象台との気温差が大きいことや、水稻栽培期間(7~9月)に日中の気温差が拡大する(7~9月の月平均の日最高気温では水田の方が1.2~1.6℃低い)ことなどが分かりました。このように農耕地における気温環境は、そこで栽培されている作物の種類や、ローカルな土地利用形態によって大きく影響を受けます。メッシュ農業気象データには、上記で示した水田-気象台間のローカルな気象環境の違いが含まれていないため、その違いがほぼそのまま気温推定の誤差となる点に注意が必要です。
- メッシュ農業気象データは、付近の気象観測点の値から推定した、そのメッシュ(約1km×1km)における平均的な値です。気温データについては、気象観測点が含まれているメッシュでも、気象観測点の標高とメッシュの平均標高の違いから計算された高度補正が施されています。このため、実際の観測値と一致しない場合があります。
- 上記にあるように、メッシュ農業気象データは、付近の気象観測点の値から推定した、そのメッシュにおける平均的な値であるため、メッシュ内における標高・地形の違いが大きい中山間地や傾斜地では、精度が低下します。

■ 時間的分解能による制約

- メッシュ農業気象データは、気温以外は、日別の値です。このため、水稻の生育予測等には利用可能ですが、気温以外の要素について1日より短い時間値を必要とする用途には用いることができません。

4. 技術の導入先

■ 対象

- 公設試、普及機関

「9. メッシュ農業気象データの活用事例」にあるように、地域レベルの作物の生育診断や栽培管理のためのデータ提供、産地づくりなど、公共的なサービスを考えている公設試、普及機関等を一つの利用者として想定しています。

- 企業

メッシュ農業気象データを営農に使える形に加工し、生産者に提供することを考えている企業に使っていただくことも想定しています。

生産者等が容易に利用できるようにするには、使いやすいシステムの構築やデータの処理が必要であり、プログラミング言語を用いた解析処理など、高度な技術が必要となります。

- 生産者

メッシュ農業気象データを利用した様々な栽培管理支援技術に関心を持ち、公設試や企業を通して提供される情報を、生育診断や栽培管理に使うことを考えている生産者を想定しています。

■ 導入相談のコンタクト先

- 導入相談は農研機構農業環境研究部門(E-mail: MeshAdmin@ml.affrc.go.jp)にご連絡ください。

5. MS-Excelによるメッシュ気象データの取得と利用

「AMGSDS_1d_win_v*.*.xlsm(Windows用)」、 「AMGSDS_1d_mac2016_v*.*.xlsm(Mac用)」

このファイルを用いると、特定メッシュにおける1年分の気象データを取得できます。

- マクロを使用しているため、マクロ機能を有効にする必要があります。
- 「IDパスワード」のシートで利用IDとパスワードを入力します。
- 「データ取得」シートで、シート上方に着色されたセルがあり、STEP1で取得するデータの「地点の北緯」、「地点の東経」を設定します。右側の「マップから地点選択」をクリックすると、別途地図が表示され、地図上の地点から緯度経度が得られます。STEP2で気象要素(「データ要素」)、「データ取得年」を設定します。最後にSTEP3で「データ取得」ボタンをクリックします。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with three main sections: STEP1, STEP2, and STEP3. STEP1 includes a map and a table of location data. STEP2 includes input fields for 'データ要素' (Data Element) and 'データ取得年' (Data Acquisition Year). STEP3 features a 'データ取得' (Data Acquisition) button. Below these steps, a graph displays '取得されたデータ' (Acquired Data) for '平均気温' (Average Temperature) in 2018, with a table of monthly values.

STEP1: 取得する地点の指定		
地点の北緯	36.02897177	マップから地点選択
地点の東経	140.1031494	
地域の記号	Area2	
範囲内(O)/範囲外(X)		○
南北方向のインデックス		163
東西方向のインデックス		248

STEP2: 取得するメッシュ要素と年の指定

データ要素	平均気温
データ取得年	2018

STEP3: データを取得する

クリック	データ取得
------	-------

図 5 - 1. 処理画面と取得データの概要

「AMGSDS_2d_win_v*.*.xslm(Windows用)」、 「AMGSDS_2d_mac2016_v*.*.xslm(Mac用)」

このファイルを用いると、指定した緯度経度範囲におけるある日のデータ分布を取得することができます。

- マクロを使用しているため、マクロ機能を有効にする必要があります。
- 「IDパスワード」のシートで利用IDとパスワードを入力します。
- 「データ取得」シートで、取得するメッシュの範囲(「中心北緯」、「中心東経」、「メッシュの広がり」)(STEP1の4か所)を入力します。
- 次にシート上方の着色されたセルに取得するメッシュの要素(「データ要素」、「データ種類」「年月日」)をリストから選定します。(STEP2)。最後に「データ取得」ボタンをクリックします(STEP3)。
- 読み込んだデータは2次元で表示できます(STEP4、「データ表示」シート)。

STEP1: 取得するメッシュ範囲の指定

マップから地点選択 中心緯度 43.0895 → ここから南北方向に各20(Area1内のみ、計41)メッシュを抽出します
 中心経度 141.4079 → ここから東西方向に各20(Area1内のみ、計41)メッシュを抽出します

南北両方向へのメッシュの広がり 20
 東西両方向へのメッシュの広がり 20

エリア選択 Area1

STEP2: 取得するメッシュ要素の指定

データ要素 最高気温
 データ種類 日別値
 年月日 2017/8/13

STEP3: データを取得する

データ取得

(a) 「データ取得」のシート画面

STEP1: 取得するメッシュ範囲の指定

マップから地点選択 中心緯度 36.45663601
 中心経度 139.3945313

南北両方向へのメッシュの広がり 20
 東西両方向へのメッシュの広がり 20

STEP2: 取得するメッシュ要素の指定

データ要素 最高気温
 データ種類 日別値
 年月日 2017/8/13

STEP4

(b) 「データ表示」シート画面

図5-2. 処理画面とデータ表示の例

■「AMGSDDataGetter.xlsm (Windows 用)」

ターゲット文字列、緯度、経度、年次、期間、気象要素を連続したセルに書き込んでボタンをクリックすれば気象データが取得されるもので、気象データを参照して演算を行う簡単なアプリケーションの“ひな形”として活用できます。

- ターゲット文字列等はシート上の任意の場所に複数配置することができます。
- ターゲット文字列は以下の3種類があります。

#meshv#: この文字列の下に緯度(十進少数表記)、経度(十進少数表記)、年次、始日(0始まり)、末日、気象要素記号(https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=about#多彩な気象要素が用意されています 参照)を1列で書き込んでおくと、[GetData]ボタンをクリックすることで、その下にデータが取得されます。

#meshh#: この文字列の右に緯度、経度、年次、始日(0始まり)、末日、気象要素記号を1行で書き込んでおくと、[GetData]ボタンをクリックすることで、その右にデータが取得されます。

#meshf#: データ配列定義シート内で、この文字列の右に緯度、経度、年次、始日(0始まり)、末日、気象要素記号、書き込むべきシート名、書き込み開始セル、書き込み方向(verticalまたはhorizontal)を記述しておくと、[GetData]ボタンをクリックすることで、指定したシートの指定した場所に指定した方向でデータが取得されます。

Figure 5-3 consists of two screenshots of an Excel spreadsheet. Screenshot (a) shows the input form for the #meshv# function. It includes a 'Get Data' button and a text input field containing '#meshv#', '36', '137', '2018', '0', and '364'. Labels with arrows point to these values: 'ターゲット文字列' (target string) for '#meshv#', '緯度' (latitude) for '36', '経度' (longitude) for '137', '年次' (year) for '2018', '期間' (period) for '0', and '気象要素の記号' (weather element code) for '364'. The 'TMP_mea' label is also present. Screenshot (b) shows the output data table. The 'Get Data' button is still visible. The data table has columns for the input parameters and a column for the output data. The output data is a list of values, with a circled area around the temperature data (TMP_mea) values.

(a) 取得データのセット画面

(b) 取得したデータの表示画面

図 5-3. 処理画面とデータ表示の例

6. モバイルアプリを用いたデータの取得と利用

■「農地気象環境診断アプリ」

- メッシュ農業気象データをスマートフォンやタブレット上で閲覧できるアプリとして、「農地気象環境診断アプリ」があります。このアプリでは、地図上から10地点までを登録することが可能で、登録地点別に、各気象要素をグラフ表示、もしくはリスト表示で確認することができます(図6-1)。
- メッシュ農業気象データは日毎の値ですが、これを半旬、旬、月、年別の集計値として表示することができます。そのほか、積算値の表示、有効積算気温の表示、3地点間の比較表示の機能を備えています。



地点登録マップ

データのグラフ表示

データのリスト表示

図 6 - 1. モバイルアプリの表示例

7. プログラミング言語Python を用いたデータの取得と利用

■ Python(パイソン)の特徴

メッシュ農業気象データは日付、緯度、経度、の変数を持つ三次元データなので、表計算ソフトで行える処理には限界があります。ここで紹介するPythonを使用すれば複雑な計算や自分が欲しい図の作成を自由に行うことができます。

- プログラミング言語Pythonは、初心者にも比較的わかりやすく、また、メッシュ農業気象データのような二次元・三次元のデータの取り扱いが容易という特徴があります。
- メッシュ農業気象データシステムでは便利な関数やサンプルプログラムを利用者に提供しています。
- たとえば図7-1(右)は、北海道における2017年6月～8月の有効積算気温の分布図ですが、コメント行も含めてたった33行のPythonプログラムで作成されました(図7-1(左))。
- このようなプログラムを最初から自力で書くのは大変ですが、サンプルプログラムの動作を確認しながら少しずつ改造していくのは意外と簡単です。

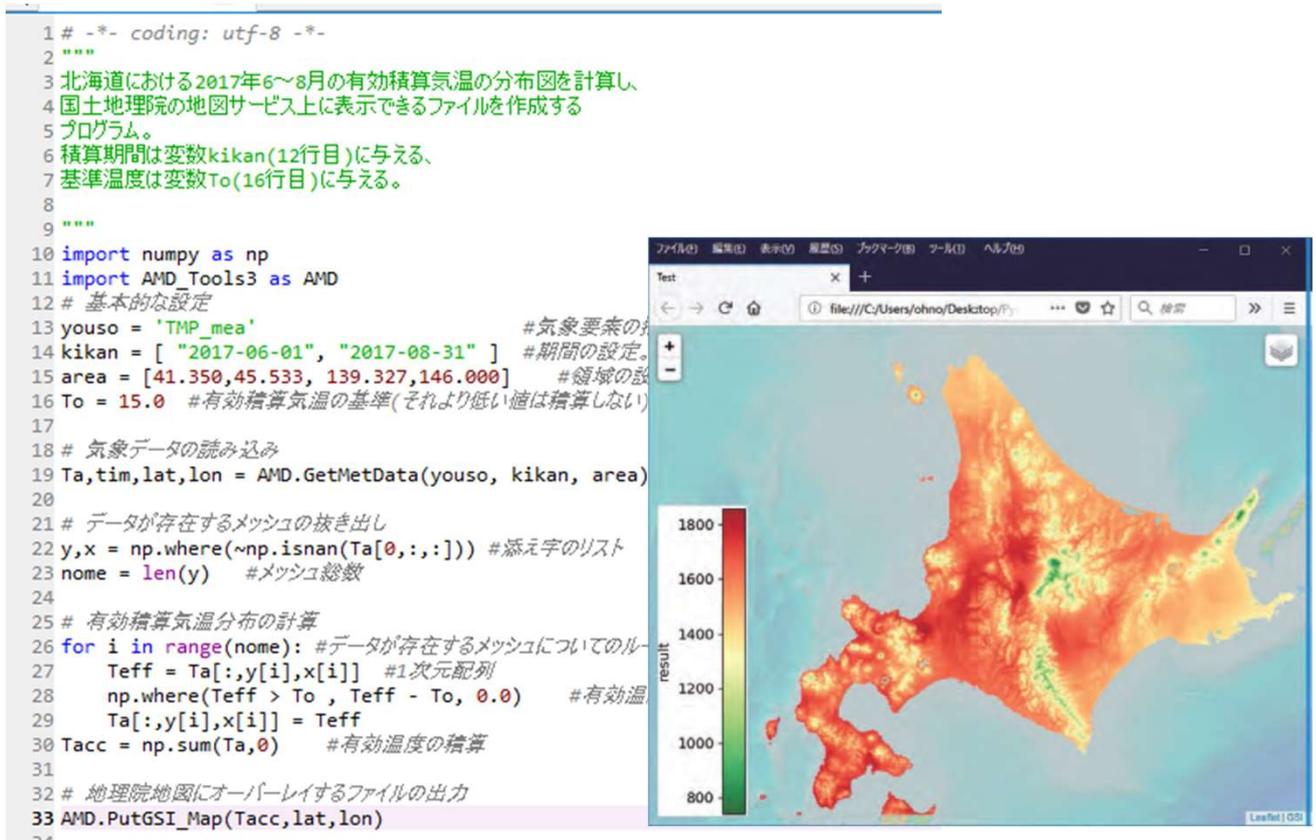


図7-1. 北海道における2017年6月～8月の有効積算気温の分布図(右)とこの作図を実行するためのPythonプログラム(左)

■ Python利用の環境構築

以下のWebページ「初めて利用される方へ」、および「Python利用環境構築ガイド」に従ってPythonの利用環境を構築してください。

初めて利用される方へ：

https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=python

Python利用環境構築ガイド：

https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/lib/exe/fetch.php?media=Python利用環境構築ガイド.pdf

8. Python の各種サンプルプログラム

■ 気象値の表示

- メッシュ農業気象データを取得する、専用のツールを利用します。気温分布図や時系列グラフもすぐに作成することができます。

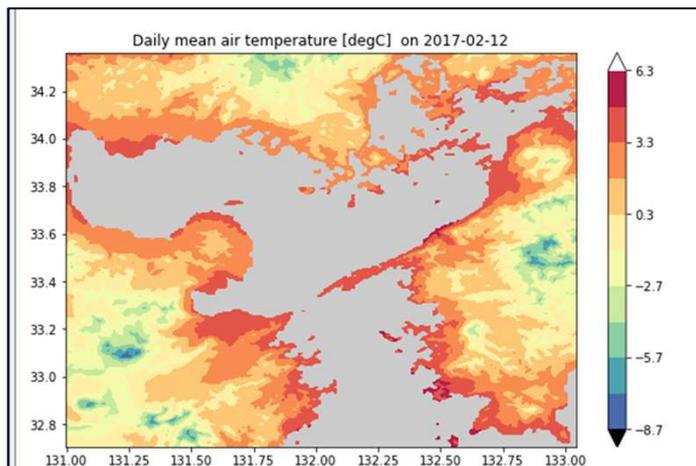


図 8 - 1. サンプルプログラムsample_GetMetData-b.pyの実行結果
2017年2月12日における佐田岬半島の先端を中心とする地域の日平均気温の分布図

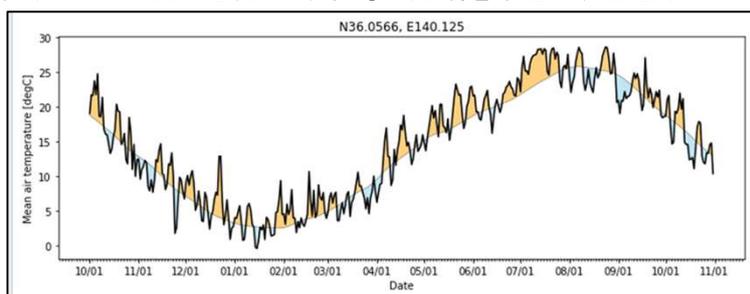


図 8 - 2. サンプルプログラムsample_GetMetData-c.pyの実行結果
2016年10月1日～2017年10月31日における特定のメッシュの日平均気温と対応する平年値の推移

■ 土地利用データの利用

- 土地利用データを利用すれば、図8-3にあるように、ある県の水田だけを抜き出し、図に表示することができます。

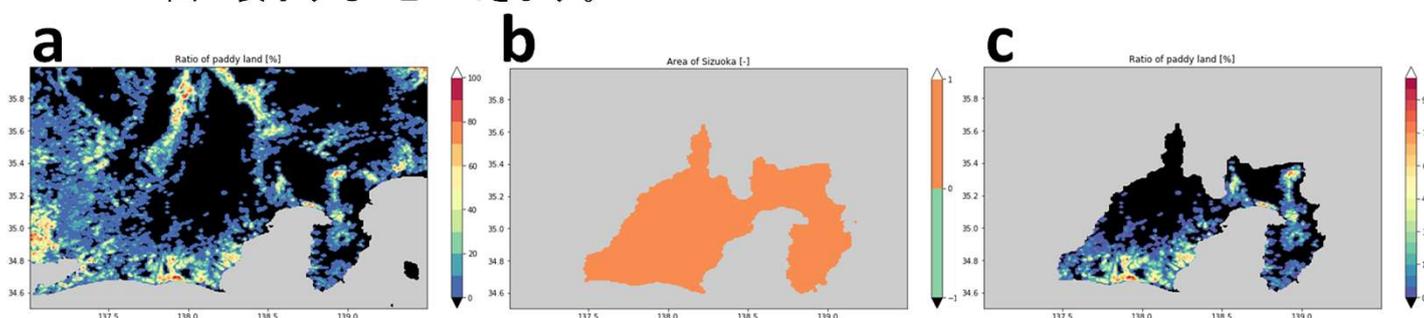


図 8 - 3. サンプルプログラムsample_GetGeoData.pyの実行により作成される3つの分布図

a: 静岡県周辺域について取得された水田面積比率の分布、b: 静岡県周辺域について取得された静岡県域分布、c: 計算の結果作成された静岡県域における水田面積比率分布

■ 地理院地図への気象値の表示

- メッシュ農業気象データから作成した分布図を、国土地理院の地理院地図上に張り付けて表示することができます。



図 8 - 4. サンプルプログラムsample_PutGSI_Map.pyの実行結果
2017年2月12日における佐田岬半島の先端を中心とする地域の日平均気温の分布を地理院地図に重ねて表示

■ 水稲の出穂日分布図の作成

- メッシュ農業気象データは最長26日先までの気象予報値が含まれているので、水稲をはじめとする作物の発育予測で威力を発揮します。また、面的な気象分布が得られるのもこのデータの特徴なので、特定品種の水稲を県下一斉に移植したと仮定した時の出穂日の予測分布図が作成できます。

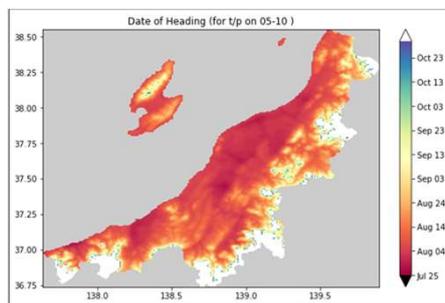


図 8 - 5. サンプルプログラムsample_RiceDevel-b.pyの実行結果

■ GISに読み込み可能なファイルの作成

- Pythonプログラムで作成した分布図をGISにインポートする最も実用的な方法は、3次元メッシュコードとそこでの値の対からなるCSV形式のテーブルを用いることです。sample_PutCSV_MT.pyを用いるとこのようなファイルが作成できます。

■ 水田水温の計算

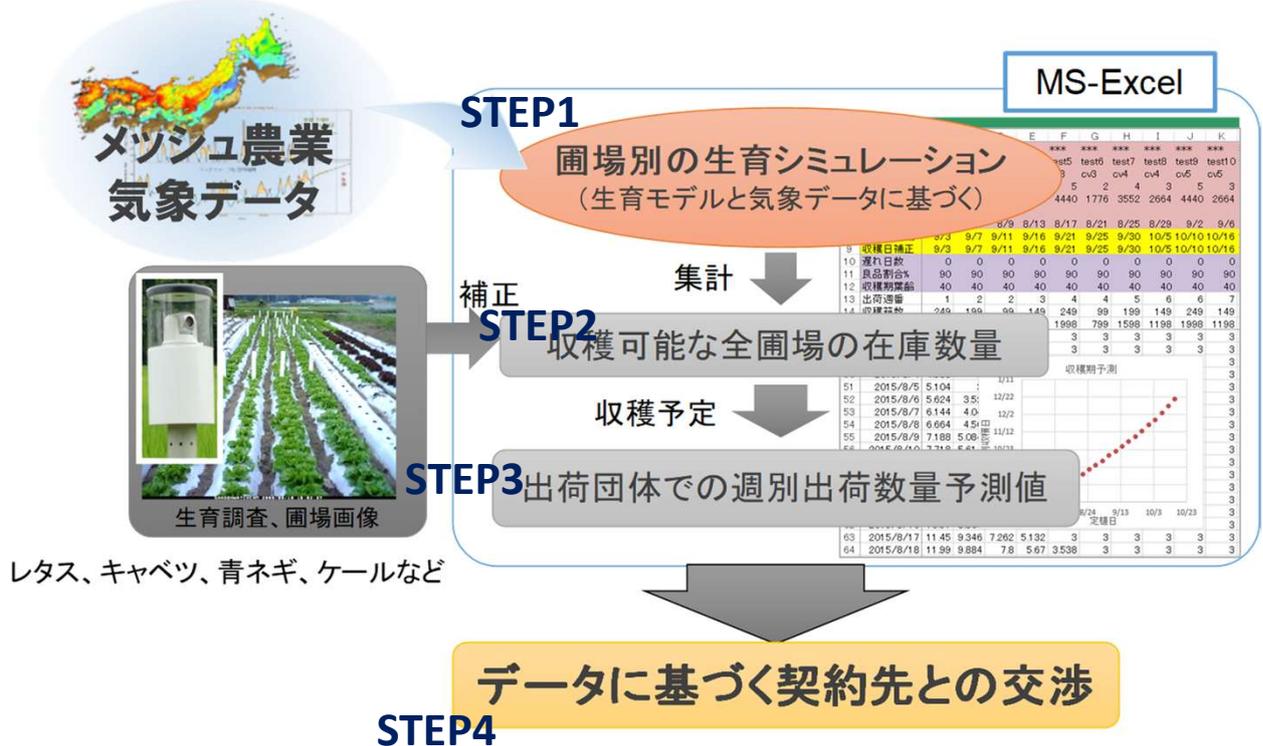
- sample_WaterTemp_Map.pyで水田水温の分布図、sample_WaterTemp_TS.pyで水田水温の時系列グラフが作成できます。

この他にも、日長を計算するものなど、様々なサンプルプログラムを用意しています。サンプルプログラムを改造すれば、以外と簡単に自分が欲しい図を描くことができます。

9. メッシュ農業気象データの活用事例

事例1: 野菜取引の安定化

- レタス等の葉菜類では、露地野菜での契約取引が増加する中、定時、定量出荷が求められていますが、露地ではダイレクトに気象条件によって生育が左右されるため、正確な出荷時期や出荷量の算出が困難な状況です。
- そこで、農研機構中央農業総合研究センターにおいて、レタスの契約取引を行う出荷団体を対象とした、生育シミュレーションに基づく出荷予測アプリケーションを開発しました。
- レタスなどの葉菜類は、地上部の成長が気象条件によってよく説明できることが知られており、その性質を利用した生育モデルです。このアプリケーションでは、生育モデルとして「葉齢増加モデル」を用いています。
- 露地野菜出荷予測アプリケーションでは、メッシュ農業気象データを読み出してこの生育モデルに読み込み、各圃場がいつ収穫可能となるかを計算します（STEP1）。収穫可能な在庫収量を把握（STEP2）することで出荷団体間の数量調整（STEP3）および契約交渉・取引が可能となり、不足分の調達や余剰分の販路確保などの対応を行うこともできます（STEP4）。



■ 事例2: 温室の暖房燃料使用量試算ツール

- 農研機構西日本農業研究センターでは、温室の暖房燃料使用量を試算するWebアプリケーションを試作しました。
- クライアントサイドでは、温室所在地の郵便番号、温室寸法(STEP1)、外張り、内張り、計算の補正条件、暖房期間、暖房設定温度など(STEP2)を入力します。
- サーバーサイドでは、温室所在地と暖房期間を使って、メッシュ農業気象データのサーバーにアクセスし、暖房期間中の日最高気温と日最低気温を取得します。
- 取得した暖房期間中の日最高気温と日最低気温、暖房設定温度を使って、暖房デGREEアワー、暖房負荷、燃油使用量を計算します(STEP3)。
- 入力値と計算値のうち、最新の5件分について、新しいものほど左に来るように表示します(STEP3左)。
- 試算に用いる数式や係数などは林ら(1986)および日本施設園芸協会(2009)に従っています。
- このWebアプリの内容、デザインは予告なく変更する場合があります。

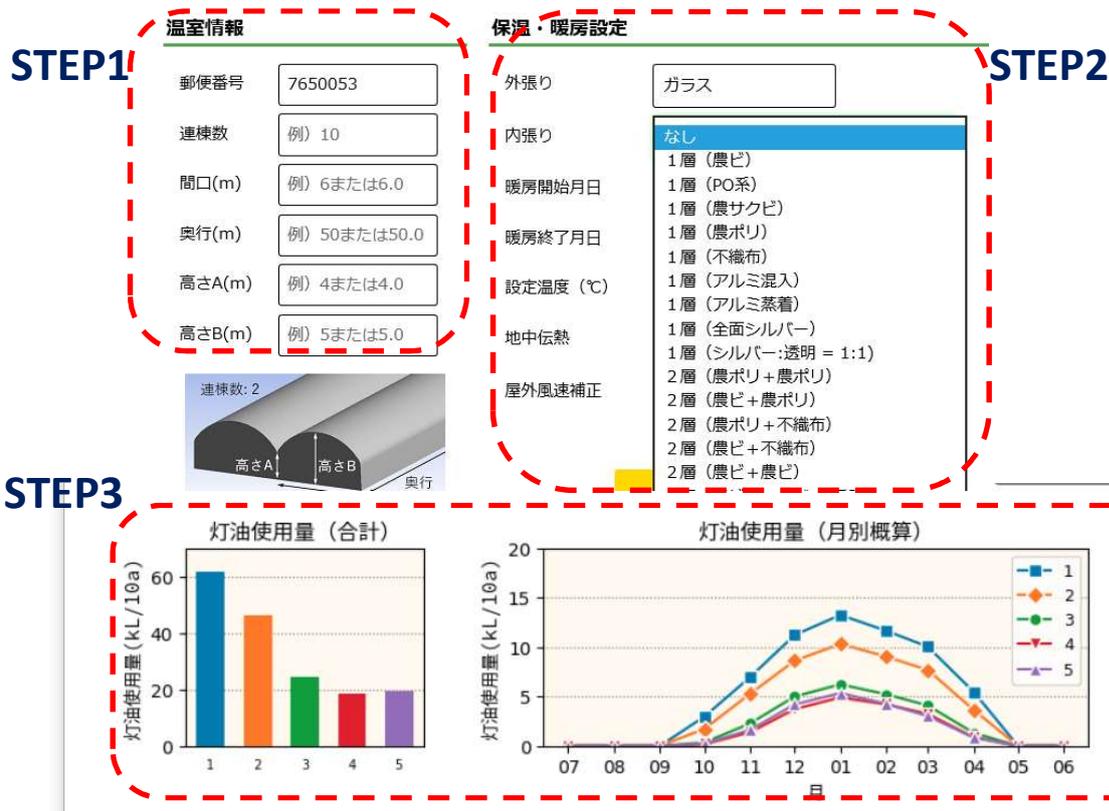


図 9-2. 温室の暖房燃料使用量試算ツールの表示例

(参照:

畔柳武司、2018:メッシュ農業気象データを用いた温室の暖房燃料消費試算ツールの試作、農業環境工学関連5学会2018年合同大会講演要旨.)

事例3:水田自動水管理ソフト

- 農研機構農村工学研究部門では、水田の給水バルブを遠隔制御するシステムに発育予測APIを取り入れ、水稻の発育に応じて水位を自動的に調整するスマホアプリを開発しました。
- まず、地点、品種を選択し、水管理のスケジュールを作成します。水管理のスケジュールは、地域に応じたテンプレートを利用することも可能です(STEP1)。
- 最新の気象データから、水稻の発育予測を行い、これに基づいて水管理のスケジュールが更新されます(STEP2)。
- 水管理のスケジュールに連動して水管理装置が作動します(STEP3)。

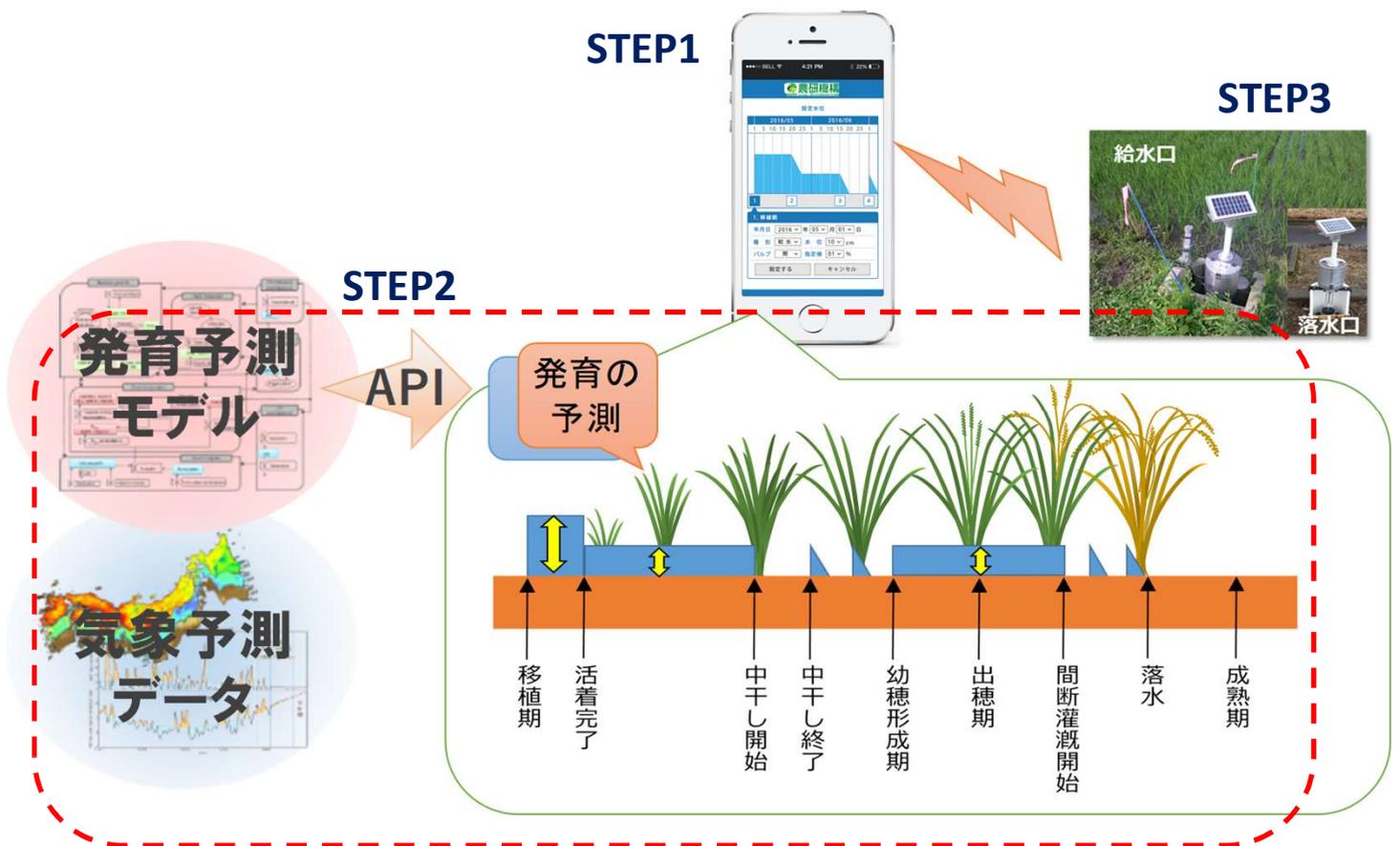


図 9 - 3. 水田自動水管理ソフトの概要

(参照: 農研機構 農業環境変動研究センター スマート水管理ソフト
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/niaes/2018/18_062.html)

■事例4:栽培管理支援システム

- 農研機構では、これまで蓄積してきた栽培技術、作物モデルと気象予測データを組み合わせた、新しい栽培管理支援情報の創出に取り組んでいます。これまでに、水稻、小麦、大豆を対象とした様々なコンテンツが作成され、それらをまとめて搭載したウェブサイトから栽培管理支援情報を提供する「栽培管理支援システムVer.1.1」(<https://agmis.naro.go.jp/>)が公開されています。
- 情報コンテンツのうち、適期の栽培管理に重要な発育ステージ予測情報を例にとると、生育予測モデルの一部である発育ステージ予測モデルとメッシュ農業気象データの過去および予報データが使用されています。例えば水稻の出穂期は、主に、日々の気温と日長によって決まっているため、それらを使って水稻の日々の発育速度(DVR)を計算します。毎日の発育速度を積算したものが発育ステージ(DVS)となります。出芽日に0、出穂日に1、成熟日に2の値を取るように、品種ごとに発育速度を計算する式のパラメータが調整されています。このようなモデルを用いて、メッシュ農業気象データの気温と緯度・経度から計算される日長を入力すると、成熟までの毎日のDVS値を計算することができます。DVS値によって数値化された発育の進行状況の把握と、あと何日で出穂期に至るかを予測できるようになります。



図9-4. 栽培管理支援システムの概要

(参照:

中川博視、2019:気候変動対応と営農の効率化に貢献する栽培管理支援システム、
農研機構技報2号、p.6-9.

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/naro_technical_report_no2_04.pdf)

■ 事例5: 牧草夏季播種晩限日計算プログラム

- 農研機構北海道農業研究センター、北海道立総合研究機構北見農業試験場・酪農試験場では、北海道における牧草夏季播種晩限日計算プログラムを開発しました。
- 北海道内では従来、牧草播種は7月までが推奨されてきましたが、近年温暖化の影響で、より遅く、一番草収穫後に播種しても生育量を確保できるようになりました。しかし、むやみに遅く播くと生育不十分で越冬できず、翌年以降の収量も得られません。そこで「いつまでに播くか？(=播種晩限日)」が重要になります。
- まず、緯度経度(STEP1)、確率を求める20年(通常は播種作業の前年を最終年とする)(STEP2)、プログラム中の道内のグループ区分図および表より確認した必要有効積算気温(STEP3)を入力します。過去データ取得ボタン(STEP4)を押すと、草種組み合わせ、気候区分、過去データに基づいた播種晩限日が計算されます(STEP5)。

4					
5	入力				
6		緯度	経度		
7	対象地点	43.06086	141.38855	← 地点の位置を入力する	Mapから地点を選択
8					
9		確率を求める20年(最終年を指定)			
10	1999	-	2018	2018	過去データ取得
11					
12		必要有効積算気温	480	← 右表より必要有効積算気温を入力する	
13					
16	出力				
17		年	晩限日	%確率日	遅い順
18		1999	8月9日		8月14日
19		2000	9月10日		9月15日
20		2001	9月10日		9月15日
21		2002	9月10日		9月15日
22		2003	9月10日		9月15日
23		2004	9月10日		9月15日
24		2005	9月10日		9月15日
25		2006	9月10日		9月15日
26		2007	9月10日		9月15日
27		2008	9月10日		9月15日
28		2009	9月10日		9月15日
29		2010	9月10日		9月15日
30		2011	9月10日		9月15日
31		2012	9月10日		9月15日
32		2013	9月10日		9月15日
33		2014	9月5日	80%	9月6日
34		2015	9月5日		9月5日
35		2016	9月6日	90%	9月5日
36		2017	9月5日		9月5日
37		2018	9月11日	100%	9月5日

図9-5. 牧草夏季播種晩限日計算プログラムの表示例

(参照: 農研機構 北海道農業研究センター 牧草播種晩限日計算プログラム
http://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/120164.html)

■ 事例6：農研機構外における活用事例 飼料用とうもろこし安定栽培マップ閲覧システム

- 北海道立総合研究機構酪農試験場では、飼料用トウモロコシの安定栽培を目指して、主要品種の北海道における適地マップを作製しました。過去20年のメッシュ農業気象データを使って生育モデルで計算し、利用用途別に適期収穫可能確率マップ(安定栽培マップ)を作製し、DVD等で配布しています。

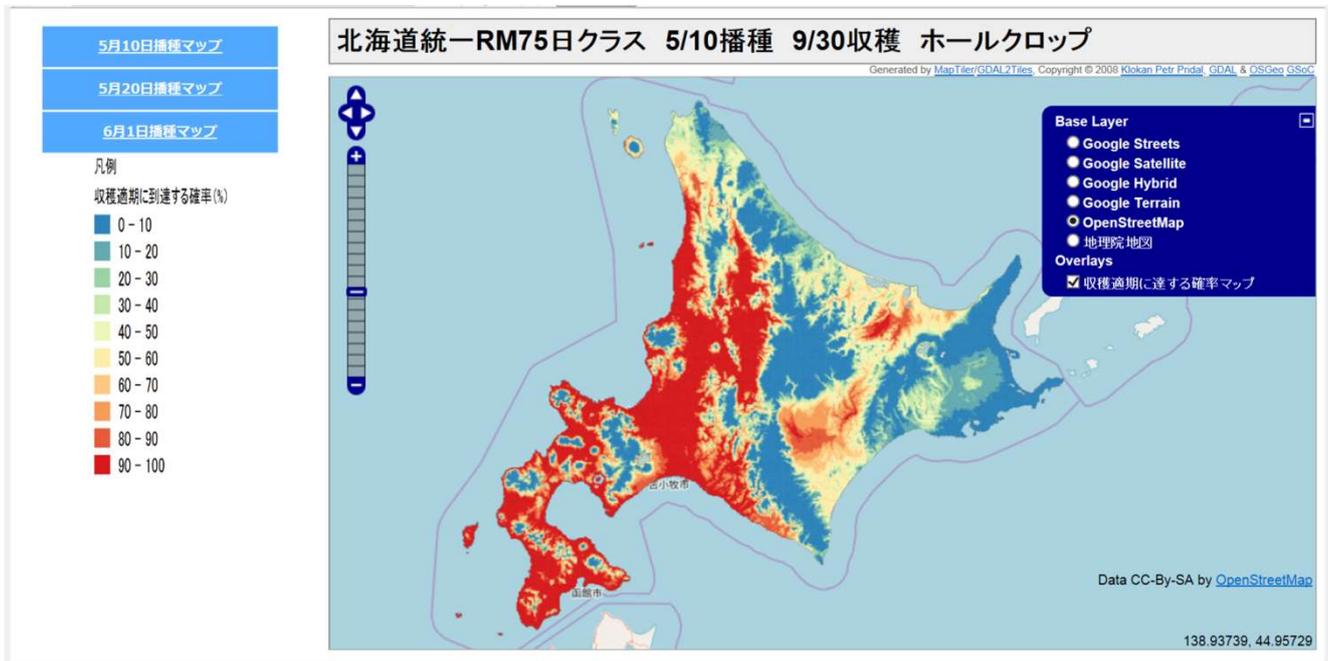


図 9 - 6. 飼料用トウモロコシ安定栽培マップの表示例

ホールクロップ利用において早生の早（北海道統一RM75日クラス）の品種が収穫適期（総体乾物率30%）となる確率マップ。播種日5月10日、収穫日9月30日に設定し、生育モデルと過去20年間の気象データを用いて、指定の収穫日に目標乾物率へ到達する確率を計算。赤色の地域では収穫が可能（適地）であるが、青色の地域では収穫適期に達しない確率が高い（安定した栽培が難しい）。

（参照： 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構酪農試験場
飼料用とうもろこし安定栽培マップ閲覧システム

<https://www.hro.or.jp/list/agricultural/research/konsen/labo/sakumotsu/cornmap.html>)

■ 事例7：農研機構外における活用事例 水稲のメッシュ推定平年収量および生育区分データ

- 北海道立総合研究機構上川農業試験場では、北海道米の安定生産に向け、水稲生育モデルとメッシュ農業気象データを用いて推定した一般うるち米の平年収量および生育区分のデータを作製しました。過去20年のメッシュ農業気象データを使って生育モデルで計算し、ファイル等で配布しています。

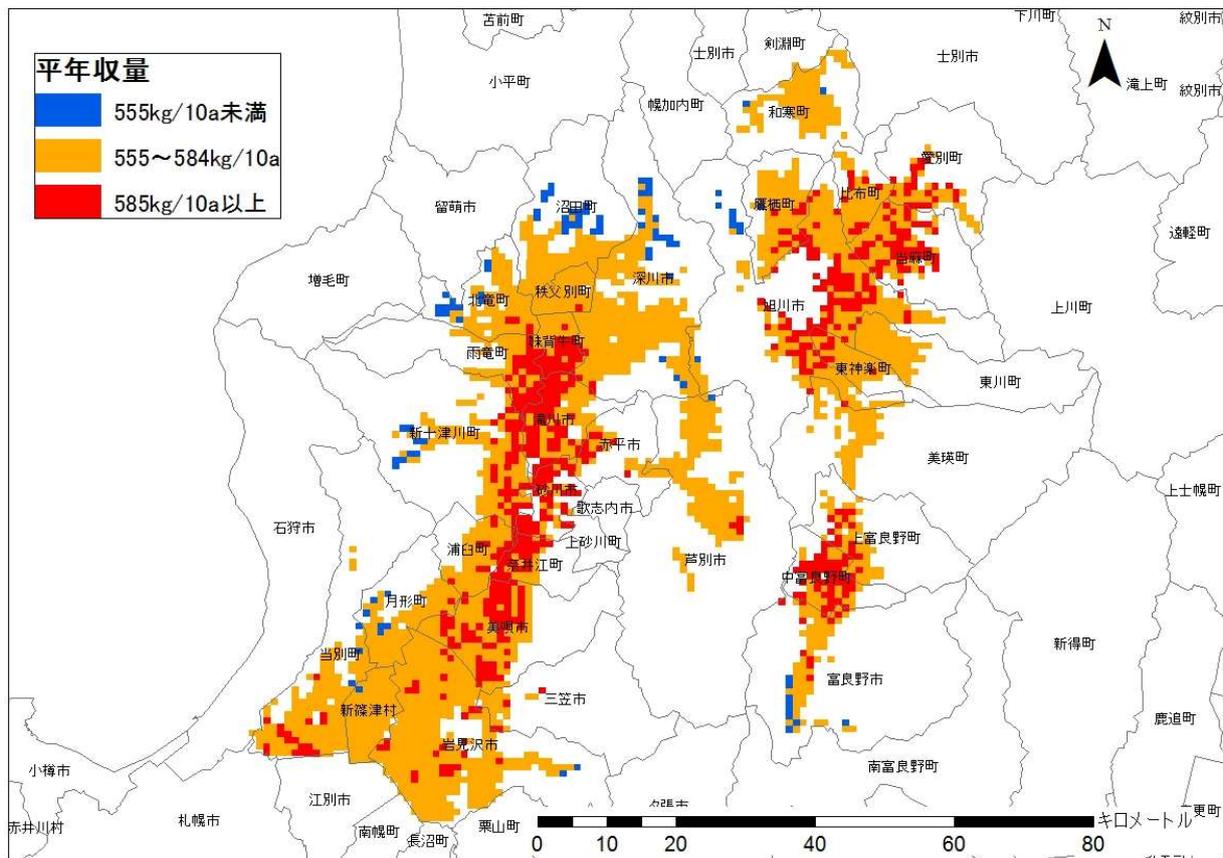


図9-7. 水稲の平年収量の表示例

(参照： 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構上川農業試験場
水稲のメッシュ推定平年収量および生育区分データ
<http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/riceptyd/index.html>)

参考資料

- メッシュ農業気象データ利用マニュアル Ver.4 (2019年3月)
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130315.html
- Python利用環境構築ガイド
https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/lib/exe/fetch.php?media=Python利用環境構築ガイド.pdf
- (YouTube) 1kmメッシュの農業気象情報データ提供システム
<https://www.youtube.com/watch?v=-dMyzsU9Xew>

担当窓口、連絡先

- 外部からの受付窓口:
農研機構 農業環境研究部門 研究推進部 研究推進室
✉ niaes_manual@ml.affrc.go.jp

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。



農研機構

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構