

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月27日現在

機関番号：21602  
 研究種目：挑戦的萌芽研究  
 研究期間：2012～2012  
 課題番号：24659326  
 研究課題名（和文） チェルノブイリ後の欧州の内部被曝管理の応用による放射線被曝情報管理の標準化の拡張  
 研究課題名（英文） Extension of standardization of radiological exposure management by applying the internal exposure management in Europe after Chernobyl  
 研究代表者  
 奥 真也 (Oku Shinya)  
 会津大学・教授  
 研究者番号：60301107

研究成果の概要（和文）：チェルノブイリ後の欧州において用いられた内部被曝管理ソフトウェア CORPORE を応用し、日本の福島原発事故以降の放射線被曝情報管理に資する J-CORPORE を開発し、日本における内部被ばく管理に必要な被曝情報管理の標準化拡張について検討した。

研究成果の概要（英文）：Extension of standardization of radiological exposure management was evaluated by applying the internal exposure management software CORPORE in Europe after Chernobyl. Meanwhile, modified software dedicated for the management after Fukushima nuclear plant accident was developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・公衆衛生学・健康科学

キーワード：放射性物質 被ばく管理 内部被ばく

## 1. 研究開始当初の背景

## 2. 研究の目的

チェルノブイリ原発事故後の欧州において内部被曝アセスメントに用いられていた COROPRE プログラムを日本で用いるために、日本の環境に合致した改変を行うための項目の検討を行い、その上で、医療被曝を含めた個人の被曝に関する放射線被曝に関する情報を統一的に扱うことを可能にすることがこの研究の本旨である。

外部被曝および内部被曝の管理を目標としてフランス Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN) において COROPRE が開発された。本研究では、最初にこの COROPRE のソースコードを入手し、日本の環境で用いるために項目やその値の変更を行うことによって、日本版

COROPRE(J-CORPORE)として使用するための改変を検討する。

## 3. 研究の方法

## 【CORPORE の日本版への変更検討】

CORPORE ソフトウェアにおいて用いられているデータのうち、日本の実態に沿って変更が必要な部分の洗い出し、検討をする。具体的には、基礎となる内部被曝評価係数、汚染除去プロジェクトの項目、汚染基準を日本の暫定基準値等で置き換えられるかどうかを検討し、また、常用食による汚染量評価について、摂取項目および摂取量は、日本人の食事摂取基準産業総合研究所安全科学部門報告書、国民栄養調査をもとに改変箇所、改変様式を検討する。また、摂取放射性物質質量については、2010 年度に公表されている公的データをもとに改変箇所、改変様式を検討する。

上記の検討に基づいて CORPORE ソフトウェアを改変し、日本版 CORPORE として試験的な実装、試用を行う。日本人の通常の食生活において摂取する各栄養素および由来する食品群をもとに J-CORPORE においてはテーブルデータを更新する。

DICOM Dose Report with Structured Report 拡張のため環境由来および医療由来の外部被曝線量、内部被曝線量について合わせて表現できる情報構造を検討する。

### 【内部被曝評価のための CORPORE プログラムの解析】

チェルノブイリ原発事故後の欧州において内部被曝アセスメントのためにフランス Centre d'étude sur l' Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN) によって開発された CORPORE プログラムを日本で用いるために、日本の環境に合致した改変を行なうための項目の検討を行う研究を行なった。

本研究においては、CORPORE のソースコードを入手し、日本の環境で用いるために項目やその値の変更を行うことによって、日本版 J-CORPORE として使用できる改変を検討した。

### CORPORE

CEPN の協力により、CORPORE のソースコードを入手して解析し、日本版 CORPORE (J-CORPORE) 開発の検討を行なった。

CORPORE は Microsoft Access を用いたデータベースアプリケーションとして実装されている。しかしながら開発が比較的早く、その後メンテナンスされていないため、最近の PC 環境では正常に動作しない。このため、まずは正常に動作させるための調査、検討を行なった。

### 検討の状況

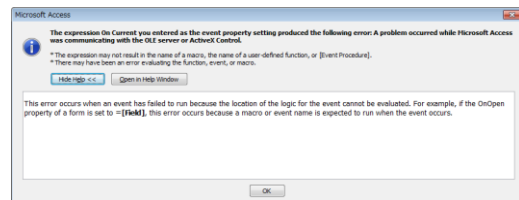
フォームを開いた時にエラーメッセージが表示される

- analysis
- location\_status
- gender\_location\_stats
- gender\_stats
- gender\_working\_place\_stats
- gender\_zone\_stats
- location\_stats
- measure\_stats
- measures\_list
- working\_place\_stats
- zone\_stats
- person

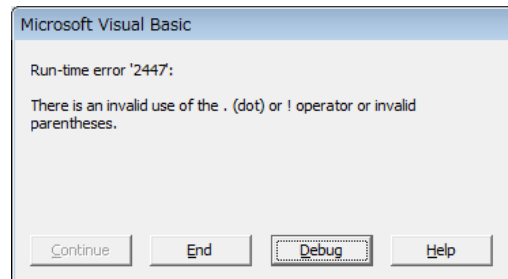
フォームのボタンを押下した時にエラーメッセージが表示される

- menu
- analysis

これらの際に下記のエラーメッセージが表示され、正常に動作することができない。



これらの問題についてはフォームを新しく作成しなおすことで解決したが、フォームを動作させるためのマクロコードの移植時に全てそのままコピーしたにもかかわらず以下のようなエラーが表示され、実行することができなかった。



開発時の環境に近づけるため、Access のバージョンを Office 2003 した場合、OS や Access を英語版にした場合にも同じエラーメッセージが表示され、正常に動作させることができなかった。開発元の CEPN の技術者に問い合わせたものの、解決することができなかった。

以上のことから、オリジナル版 CORPORE を改変して動作させるのではなく、新たに現代的な環境で動作させることのできる、修正版 CORPORE (M-CORPORE)を開発し、J-CORPORE のベースとすることとした。

### 【CORPORE の構造調査】

M-CORPORE、J-CORPORE の開発にあたり、CORPORE の構造を調査した。データベースの構造として以下のようになっている。

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
foodstuff f_id	食品 ID		Long Integer	自然数	Primary	contamination,contaminati on_id
label	食品名		Text	米、白菜、 雑豆、鶏...		
category y_id	食品分 類 ID		Long Integer	自然数		category.category_id

category (食品分類情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
category_y_id	食品分類ID		Long Integer	自然数	Primary	foodstuff.foodstuff_id
label	食品分類名		Text(String)	穀類、野菜、魚介類、肉類		

contamination (汚染食品情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
contamination_id	汚染割合ID		Long Integer	自然数	Primary	episodic_items.contamination_id, chronic_items.contamination_id, chronic_item.contamination_id
foodstuff_id	食品ID		Long Integer	自然数		foodstuff.foodstuff_id
location_id	位置ID		Long Integer	自然数		location.location_id
date	出荷日		Date/Time	日付		
contamination	汚染割合	Bq/kg	Double	1600, 1000, 21000, ...		

episodic_items (一時的な食品摂取情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
item_id	個人ID		Long Integer	自然数	Primary	person.person_id
person_id	個人ID		Long Integer	自然数		person.person_id
ingestion_date	摂取日		Date/Time	日付		
contamination_id	汚染割合ID		Long Integer	自然数		contamination.contamination_id
quantity	食品摂取量	kg	Double	1.02, 0.15, ...		
ingestion	摂取線量	Bq	Double	1600, 1000, 2000, ...		

chronic_items (習慣的な食品摂取情報->個人別)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
item_id	個人ID		Long Integer	自然数	Primary	person.person_id
person_id	個人ID		Long Integer	自然数		person.person_id
contamination_id	汚染割合ID		Long Integer	自然数		contamination.contamination_id
ave_det	平均食品摂取量	kg/day	Double	0.1, 0.2, 0.15, ...		
first_date	摂取開始日		Date/Time	日付		
last_date	摂取終了日		Date/Time	日付		

chronic_item (習慣的な食品摂取情報->対象者別)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
item_id	対象者分類ID		Long Integer	自然数	Primary	chronic_profile.profile_id
profile_id	対象者分類ID		Long Integer	自然数		chronic_profile.profile_id
contamination_id	汚染割合ID		Long Integer	自然数		contamination.contamination_id
ave_det	平均食品摂取量	kg/day	Double	0.1, 0.2, 0.15, ...		

chronic_profile (対象者分類情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
profile_id	対象者分類ID		Long Integer	自然数	Primary	chronic_item.profile_id
label	対象者分類名		Text	man, default, woman, default, child, default		

person (個人情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
person_id	個人ID		Long Integer	自然数	Primary	measure.person_id
last_name	姓		Text			
first_name	名		Text			
surname			Text			
gender	性別		Text	Man, Female		
birthdate	生年月日		Date/Time	日付		
address	住所		Text			
location_id	居住地ID		Long Integer	自然数		location.location_id
location_work_id	勤務地ID		Long Integer	自然数		location.location_id
comment	コメント		Memo			

location (場所情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
location_id	場所ID		Long Integer	自然数	Primary	person.location_id, measure.location_id, campaign.location_id
name	地名		Text	福島県, 会津若松市, 渡利地区, ...		
zip_code	郵便番号		Text	965-8580		
zone_id	地域ID		Long Integer	自然数		zone.zone_id
comment	コメント		Memo	福島県, ...		

zone (地域情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
zone_id	地域ID		Long Integer	自然数	Primary	location.zone_id
name	地域区分		Text	会津地方, 東北, 相模, ...		
min_value			Double			
max_value			Double			

comment						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
comment	コメント		Memo	福島県, ...		

geometry ( )						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
geometry_id	配列ID		Long Integer	自然数	Primary	measure.geometry_id
label	配列名		Text	Ingn, P1, P2, P3T, P3T2, ...		
effectiveness	有効性		Double	2.52666, 0.001825, ...		

measure (測定情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
measure_id	測定ID		Long Integer	自然数	Primary	
campaign_id	キャンペーンID		Long Integer	自然数		campaign.campaign_id
person_id	個人ID		Long Integer	自然数		person.person_id
date	測定日		Date/Time	日付		
weight	体重		Double	40		
height	身長		Long Integer			
geometry_id	配列ID		Long Integer	自然数		geometry.geometry_id
counting_time	集計時間		Long Integer	1500, ...		
measure	測定値		Double	1200, ...		
filename			Text			
activity	放射能		Long Integer	4143, 1088, ...		
location_id	居住地ID		Long Integer	自然数		location.location_id
location_work_id	勤務地ID		Long Integer	自然数		location.location_id
comment	コメント		Memo			

campaign (キャンペーン情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
campaign_id	キャンペーンID		Long Integer	自然数	Primary	measure.campaign_id
name	キャンペーン名		Text	EURANOS, Dublin/spring 2007, ...		
starting_date	開始日		Date/Time	日付		
ending_date	終了日		Date/Time	日付		
location_id	開催地ID		Long Integer	自然数		location.location_id
device_id	測定機器ID		Long Integer	自然数		device.device_id
background_counting_time	測定集計時間		Long Integer	1500, ...		
background_measure	バックグラウンド測定		Double	150, ...		
uncertainty	不確かさ		Long Integer	2, ...		
filename			Text			
comment	コメント		Memo			

device (測定機器情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
device_id	測定機器ID		Long Integer	自然数	Primary	campaign.device_id
name	測定機器名		Text	whole body counter		
corrective_factor	中和因子		Double	1		
comment	コメント		Memo			

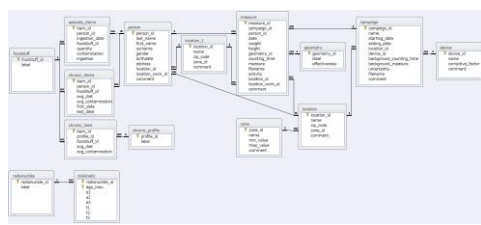
biokinetic ( )						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
radonucleide_id	放射性核種ID		Long Integer	自然数	Primary	radionuclide.radionuclide_id
age_max			Long Integer	5, 10, 15, ...		
a1			Double	0.45, 0.3, ...		
a2			Double	0.55, 0.7, ...		
a3			Double	0.001, ...		
t1			Double	9.1, 5.8, 2.2, ...		
t2			Double	30, 50, 93, ...		
t3			Double	400, 500, ...		

radionuclide (核種情報)						
項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
radonucleide_id	放射性核種ID		Long Integer	自然数	Primary	biokinetic.radionuclide_id
label	放射性核種名		Text	Cesium-137, ...		

また、各テーブルのリレーションを下図に表した。

## CORPORE テーブル関係図

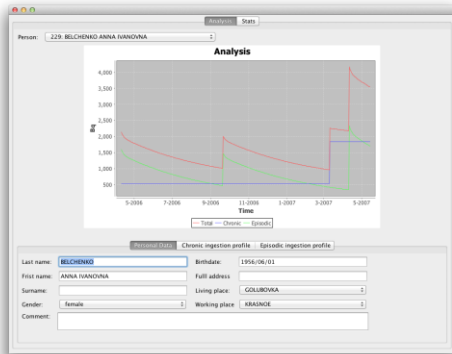
【M-CORPORE の開発】  
オリジナル CORPORE は実行のために実装環境である Microsoft Access が必須なため、



現代版 CORPORE の実装においては、より一般的な環境で使用が可能となるように考慮した。

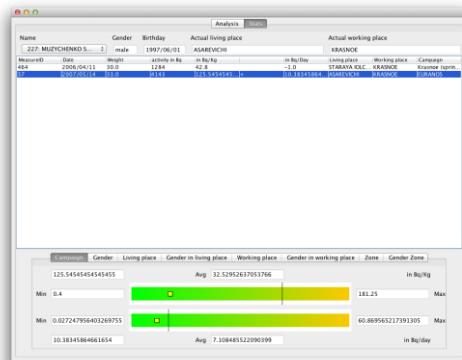
実装言語には JAVA を使用し、JAVA を実行できる環境であれば OS など問わずに実行できるようにした。また、データベースマネジメントシステムには組み込み型の SQLite を使用し、プログラムに組み込むことで、データベースサーバーなどの環境を構築することなく、プログラムのみで動作することを可能とした。SQLite は標準的な SQL 言語でアクセスすることができるため、将来的により高度なデータベースマネジメントシステムに移行して大規模なシステムを構築したり Web アプリへ移植したりということが容易に可能となる。

上記環境にて実装を行ない、オリジナル CORPORE と同じ動作を確認した。



M-CORPORE データ入力画面

M-CORPORE Analysis 画面



## M-CORPORE 統計情報画面

### 【J-CORPORE データベース構造の検討】

CORPORE のデータベース構造のうち、foodstuff テーブルとその関連テーブルにはヨーロッパで食されている食物が入力されている。対象者が摂取した食物の情報は、その摂取形態により、恒常的摂取品を chronic\_items、一時的な摂取品を episodic\_item テーブルにそれぞれ入力されている。そのため、日本版 J-CORPORE を構築するためには、foodstuff とその関連テーブルを日本で食されている一般的な食料とその放射性物質含有量を入力していく必要がある。

欧州と日本における食環境について大きな違いとして、日本では流通の発達による食材の多様性が挙げられる。スーパーマーケットでは全国各地で生産された様々な食物が産地や出荷日を表示して陳列され、一般の家庭においても容易に全国の様々な食物を選択的に購入することができる。さらに、生産地、出荷日ごとに食材の放射能測定が行なわれて発表もされている。

また、日々の食べ物についても毎日同じメニューというのほとんどなく、日々様々な食材を使って様々な料理が食されるのが通常であり、食材というよりも料理という単位で管理を行なった方が自然であり、利用もしやすい。

以上のことを踏まえて、CEPN の研究者とも議論を行い、J-CORPORE のデータベースとして CORPORE から以下の改変を行なった。

- contaminations テーブルを追加し、食材を産地と出荷日で汚染度合いを管理する。
- 料理に使用される素材と分量を ingredients テーブルに格納し、それらの情報から dishes テーブルで料理を構成して、自動で料理の汚染度合いの構成を可能とする。
- CORPORE では摂取形態により chronic, episodic とテーブルを分けていたが、摂取情報を ingestion\_dishes としてまとめた。first\_date と last\_date が同一であれば episodic な摂取。そうでなければ chronic な摂取としてプログラム上扱うことでよりシンプルな実装が可能になる。

追加するテーブルの構成は以下の通り

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
dish_ca tegorie s	料理カ テゴリ ID		Long Integer	自然数	Primary	
dish_ca tegori. label	料理 名		Text	汁物、主 菜		

dishes

radionuclides (放射線核種)	radionuclide_j	radionuclide_e
001	Cs-134	abel
002	Cs-137	

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
dish_id	料理力 子ゴリ ID		Long Integer	自然数	Primary	Ingestion_dishes
dish_name	料理 名		Text	みそ汁、生 姜焼		
dish_category_id	料理力 子ゴリ ID		Long Integer	自然数		dish_categories

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
ingredient_id	料理力 子ゴリ ID		Long Integer	自然数	Primary	
dish_id	料理 ID		Long Integer	自然数		dishes
product_id	生産 物ID		Long Integer	自然数		products
amount	含有 量	kg	Double	0.55, ...		

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
product_id	生産 物ID		Long Integer	自然数	Primary	ingredients, contaminations
product_area	生産 地		Long Integer	自然数		locations
product_date	出荷 日		Long Integer	UNIX 時間		
foodstuff_id	食品 ID		Long Integer	自然数		foodstuffs

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
contamination_id	汚染 食材 ID		Long Integer	自然数	Primary	
product_id	生産 物ID		Long Integer	自然数		products
contamination	汚染 度	Bq/kg	Double	10.25 ...		
radionuclide_id	核種 ID		Long Integer	自然数		radionuclides

項目	意味	単位	データ型	データ例	キー	リレーションテーブル
ingestion_dish_id	摂取 ID		Long Integer	自然数	Primary	
dish_id	料理 ID		Long Integer	自然数		dishes
person_id	摂取 者ID		Long Integer	自然数		persons
first_date	摂取 開始 日		Long Integer	UNIX 時間		
last_date	摂取 終了 日		Long Integer	UNIX 時間		
diet	摂取 量	kg	Double	0.4, 0.1 ...		

下記のように各テーブルに食材の情報を格納する（今回は調味料については入力対象外としたが、必要があれば入力する）。

dish_category_id	dish_category_label
001	ごはんもの
008	汁物

ingredient_id	dish_id	product_id	amount
0011	0011	010	0.18
1025	1025	056	0.025
1025	1025	105	0.025
1025	1025	106	0.025

ingestion_dish_id	dish_id	person_id	first_date	last_date	diet
1003	0011	502	2011/12/1		1
1526	1025	502	2012/4/3	2012/4/3	1

person_id	first_name	last_name	surname	gender	birth_date	address	location_id	location_work_id
502	太郎	会津	me	0	1990/9/9	福島県 会津若松市	010	010

dish_id	dish_name	dish_category_id
0011	ごはん	001
1025	きのこ汁	008

food_category_id	food_category_label
001	穀物
003	肉類
007	きのこ類

product_id	product_area	product_date	foodstuff_id
010	015	2011/11/5	001
056	105	2012/3/29	102
105	015	2012/4/1	023
106	020	2012/4/2	024

contamination_id	product_id	contamination	radionuclide_id
020	010	10	001
021	010	10	002
180	105	70	001
181	105	20	002
182	106	50	002

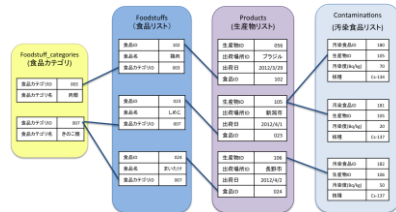
location_id	location_name	zip_code	zone_id	location_comment
010	会津若松市			
015	新潟市			
020	長野市			
105	ブラジル			

プログラムでデータ入力の流れとしては、予め食材を品目ごとに出荷日や生産地ごとに入力しておき、料理情報として料理に使用する食材を食材情報から選択していき、その使用量を設定して料理を構成する。構成した料理リストから対象者が食した料理を選択し、その量と期間を設定することで、個人の放射性物質摂取量を算出して管理を行なうことを想定している。

具体的な入力フローは以下の通り  
食材情報の入力：

- ・カテゴリ(categories)一覧から“キノコ類”を選び、そのカテゴリの食品リスト(foodstuffs)に“しめじ”、“まいたけ”を追加する。
- ・カテゴリ(categories)一覧から“肉類”を選び、そのカテゴリの食品リストに“鶏肉”を追加する。
- ・食品リスト(foodstuffs)一覧から“しめじ”を選択し、汚染食品情報(contaminations)に“新潟県産”、“2012/4/1 出荷”、“70 Bq/kg”を追加する。
- ・食品リスト(foodstuffs)一覧から“まいたけ”を選択し、汚染食品情報(contaminations)に“長野県産”、“2012/4/2 出荷”、“50Bq/kg”を追加する。
- ・食品リスト(foodstuffs)一覧から“鶏肉”を選択し、汚染食品情報(contaminations)に“ブラジル産”、“2012/3/29 出荷”、“0Bq/kg”を追加する。

以上の入力作業は放射能汚染検査結果が発表されるごとに予め入力しておく。  
この時の入力情報とテーブルの関係は下図のようになる。



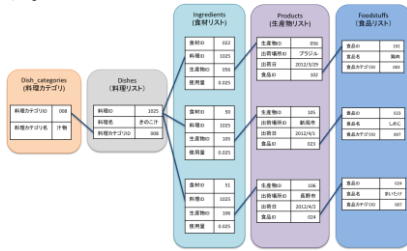
料理情報の入力：

- ・料理カテゴリ(dish\_categories)一覧から“汁物”を選択し、そのカテゴリの料理リスト(dishes)に“キノコ汁”を追加する。
- ・料理リスト(dishes)一覧からキノコ汁を選択し、材料を追加する。材料は食材カテゴリ-食材一覧-汚染食品情報から該当食材をそれぞれ選択し、使用量を入力する。

foodstuff_id	foodstuff_label	foodstuff_category
001	米	001
023	しめじ	007
024	まいたけ	007
102	鶏肉	003



この時の入力情報とテーブルの関係を下图に示す。

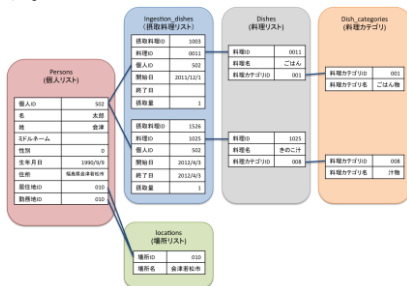


摂取情報の入力：

- 対象者リスト(persons)一覧から、情報を入力したい対象者を選択し、摂取情報(ingestion\_dates)を追加する。

- 摂取情報は、料理リスト(dishes)一覧から、食した料理を選択し、摂取量、摂取開始日、摂取終了日を入力する。

この時の入力情報とテーブルの関係を下图に示す。



摂取情報の摂取日については、摂取開始日と終了日が同じ場合は一時的な摂取として扱い、違う場合にはその期間恒常的に摂取したとして扱う。また、どちらかの入力の場合にはその日から現在まで、あるいはその日まで恒常的に摂取したとして扱う。例えば、お米などは恒常的に摂取することが多いため、期間を指定した入力を行なうことができるようにした。

また、料理の食材の詳細が不明であったりするなど、料理の平均的な汚染の値を代表値として使用したい場合には汚染情報(contaminations)テーブルに代表値としての値を入力しておき、それを利用することで、詳細な食材を設定することなく摂取量の管理を可能とすることができる。

#### 【まとめ】

本研究では、CEPNの開発したCORPOREを基に、現代版CORPOREの開発と、さらにそれを基とした日本版CORPOREのデータベース構造の検討を行った。

現代的な環境で動作しないCORPOREを、より現代的で一般的な環境で動作する、現代版CORPOREとして開発し、オリジナル版CORPOREと同じ動作をすることを確認した。

また、現代版CORPOREをベースに日本版CORPOREに必要な改変として、日本の

食環境を反映させて、より利用価値の高いデータベース構造を構築した。

今後、この構築したデータベースを実装し、日本に置ける実際の値を入力して日本に置ける内部被曝の管理が正しく行なえるかの検討を行なっていきたい。

#### 4. 研究成果

##### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

なお、投稿中 1 件 (日本医療情報学会)

[学会発表] (計 1 件)

日本医療情報学会 (新潟朱鷺メッセ、2012 年 11 月 15 日) 「チェルノブイリ後の欧州の内部被曝管理の応用による放射線被曝情報管理の標準化の拡張」(奥 真也、長谷川慎) 医療情報学連合大会論文集, 32nd, pp. 550-552, 2012/11

[図書] (計 1 件) 放射線を超えて (奥 真也、監訳 金子恵美子) (サイカス)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

特記すべきことなし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

奥 真也 (Oku Shinya)

研究者番号：60301107

##### (2) 研究協力者

Jaques Lochard(仏国放射線防護委員長、NPEC)

-CORPORE 提供、学術指導

奥田 保男 (放射線医学総合研究所 重粒子医学センター 医療情報室 室長)

- 放射線医学の観点から項目の取捨選択、内部被曝評価のモデル検討

中嶋 隆 (富士フィルム)

- DICOM に関する技術提供

山田 純 (Qualcomm 代表取締役社長)

- データベース設計に関する技術提供

長谷川 慎 (博士後期課程) 阿部 大志、遠藤 駿、藤瀬 大助、眞野 勇人 (博士前期課程)

- J-CORPORE のデータベース設計、プログラミング