

資 料

ロングパイル人工芝ピッチに関する比較研究の構想について
—仙台大学および大阪体育大学との気候の違いによる相違点の調査—

小 島 文 雄

The design of comparative study for long-pile artificial turf.

—Research on the climate difference between Sendai College and Osaka University of Health and Sports Sciences—

OJIMA Fumio

The purpose of this study is to research on the climate difference of long-pile artificial turf. The use of the long-pile turf has been under 15 years and the life span of the turf has not yet to come. The manufactures are doing experiment research indoor, however the research on the actual field has not yet done. Therefore this study has a chance to prove the result from the indoor experiment.

Osaka University of Health and Sports Sciences has completed their work on the turf 16 month before Sendai College's work. They also examined the turf surface or performance change after their completion. Therefore we decided to compare the difference of change in climate by using same tests that they have used in their study.

The specific tests that we used were followed.

- 1) Shock absorption performance test
- 2) Polishing performance test
- 3) Shoes traction test

As a result, the difference was not found, however the data as of now is only from two times, so there is a possibility that the data size was too small. The result might have change due to the influence of the unique weather change, such as snowfall, freezing, midsummer days etc.

Even though the difference was not found from different weather conditions, many comparable designs can be used. For example, there could be a new design to find out the user's feeling of two different weather conditions in summer and winter, if there is no difference in change of years or quality of those two places.

This study is limited to report the mid result of this comparative study until now and written to be the reference of the next expanded design research information.

Key words: Long-pile artificial turf, comparative study, climate difference, HIC, ASTM, shock absorbing, polishing, shoes traction

I . はじめに

仙台大学ではロングターフ仕様のサッカー・ラグビー場が2004年3月に竣工した。この人工芝は、1990年代に開発されて、東京ドーム

や大阪ドームなどの野球場に広く利用された最新の人工芝である。2003年9月に日本サッカー協会がFIFAの基準を参考にした「ロングパイル人工芝ピッチ公認規定」を発表して以来、次世代人工芝と呼ばれるこのロングターフ

がサッカー、ラグビーにおいては現在最も天然芝に近い人工芝として注目されている。⁽¹⁾

この人工芝は、ロングパイル人工芝とゴムチップという独自の組み合わせにより優れた衝撃吸収性、低摩擦を実現し、プレー動作に関して思い切りスライディングができるようになっただけでなく、ボールバウンドとボール転がりなどのプレー性も天然芝に限りなく近いフィーリングを持っており、排水性に優れ一年中同じコンディションを保つことが出来る。⁽²⁾⁽³⁾

ロングパイル人工芝は、日本における最初の施工から10年にも満たない為に、製品寿命が到来していない。メーカーによる室内実験は行なわれているが、実際の現場での調査は先行例が無い事から、使用中の現場での調査、しかも現実の気象条件の変化にさらされた現物の調査は、室内実験の証明にもなり、意義がある。

本研究では、この仕様の人工芝が、大阪体育大学がラグビー場に使用しているものと同じメーカーの同じ仕様であることから、温暖地の

大阪府と寒冷地の宮城県での気候の変化による製品性能にどのような相違点があるか及び製品性能の変換点が見つかった時、果たしてその変換点は使用者にとって利便性を考えた時にどのような相違点があるかの調査を実施し比較検討することとした。

温暖地の大阪府、寒冷地の宮城県と分けをしたが、本稿では、自動車業界で区分している温暖地仕様と、寒冷地仕様を参考にし、調査対象の地域の特徴として述べるにすぎない。

大阪体育大学は、仙台大学より16ヶ月前に竣工しており、同大学の好意によりその間の変化に関する試験データの提供を受けた。⁽⁴⁾

試料となる製品の品質性能は表1の通りである。

仙台大学と大阪体育大学とは、全く同じ仕様の製品“アストロプレーヤーR”を使用して施工している。

仙台大学と大阪体育大学との測定に関する環境条件の比較は表2の通りである。⁽⁵⁾

表1 試料となる製品の品質性能

品名	アストロプレーヤーR	
品番	アストロプレーヤーR	
材質	パイル	特殊ポリオレフィン
		ナイロン66 (補助パイル)
	基布	ポリオレフィン 強化ポリエステル
	パッキング	ポリウレタン
	充填材	砂
弾性材		SBRゴムチップ
単位面積の質量 (kg/㎡)	人工芝 (基布含む)	2.98
パイルの太さ (dtex)		13,750
パイルの長さ (mm)		64
単位面積のタフト数 (個/㎡)		14,400
充填材の粒径 (mm)	砂	0.2 ~ 1.2
	弾性材	0.2 ~ 4.0
充填材の量 (kg/㎡)	砂	24
	弾性材	9
充填材の厚さ (mm)	砂	約 23
	弾性材	約 23
	砂+弾性材	約 46

表2 測定に関する環境条件の比較

項目	仙台大学	大阪体育大学	数値の差
	A	B	Bに対するAの値
竣工時期	2004年3月	2002年11月	-16ヶ月
下地	透水アスファルト	砕石層	
主たる利用種目	サッカー	ラグビー	
平均気温	12.1℃	16.5℃	-4.4℃
平均雨量	1,242mm	1,306mm	-64mm
平均日照時間	1,843h	1,967h	-124h
平均湿度	71%	64%	+7%
最深積雪	18mm	6mm	+12mm
データ収集回数	2回	6回	-4回

注 1. 気象データは気象庁年報の昭和46年~平成12年(30年間)を参照
 注 2. 最深積雪は気象庁年報の昭和60年~平成14年(18年間)を参照
 注 3. 観測地点は仙台市、大阪府の気象台による。

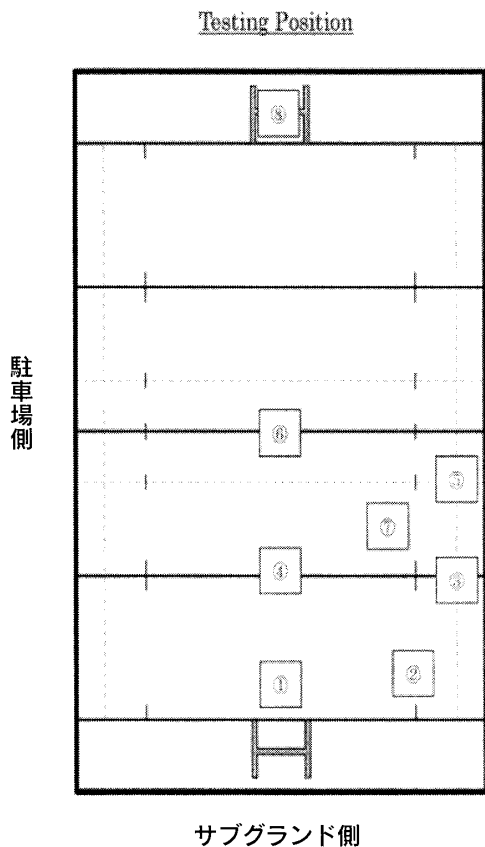
仙台大学と大阪体育大学との環境条件の違いは表2の通り竣工時期において、16ヶ月大阪体育大学が早い。施工下地については、大阪体

育大学は碎石層の上に施工しており、仙台大学は元の地盤が田圃だったので地盤の支持力が弱い為にアスファルト舗装をしてその上に施工している。⁽⁶⁾⁽⁷⁾

気象に付いての比較は、大阪体育大学に対して仙台大学は平均気温で26.7%減の4.4℃低く、平均雨量で4.9%減の64 mm少なく、平均日照時間で6.3%減の124 h少なく、平均湿度で7%多い状態であり大きな相違点は見られない。しかし降雪、氷結、真夏日の日数などに違いが見受けられるので、慎重に観察が必要と思われる。

II. 研究方法

下記の試験を夏季と冬季に実施し、同様な時期に実施した大阪体育大学のデータとの比較をする。尚測定位置は図1の8つの測定箇所で行なった。



①- 1) 衝撃吸収性能試験

製品名：A-Missile Turf Tester

メーカー名：Playground Clearing House, USA, Inc.

試験方法：ASTM1936 - 98 準拠

アメフトでフォーメーションから転倒した際を想定し、頭部が60 cmの高さから落下した際の衝撃値を計測するものである。

①- 2) 衝撃吸収性能試験

製品名：TRIAX2000 Surface Impact Tester

メーカー名：Playground Clearing House, USA, Inc.

試験方法：ASTM1292 - 99 準拠, ASTM F355 - 95 準拠⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

主に公園用で子供がジャングルジムなどの高い位置から落下した際の衝撃吸収値を計測できるように任意に高さ設定できる試験機である。

半球状金属製頭状模型のミサイルを試料の表層材に自由落下させ衝撃の加速度、時間関係の履歴を検知して計算し、半球状金属製頭状模型の頭頂部に対するHICをもとめる。試験に際しては同じ場所でg-maxとHIC値の両方を求め3回の落下試験後の後2回の平均値を用いる。

HIC (頭部損傷基準)：衝撃強さの尺度であり、減速度のピークレベルばかりでなく減速パルスの持続する最も危険な時間も考慮して決められる。1000を越えてはならないとされている。

g-max：“g” (海拔0 m高さの地表面に於ける重力加速度)の倍数で最初の衝撃に於ける最大の減速度を表す。200を越えてはならないとされている。

人間の頭部打撲傷について

生命医学の研究により、衝撃時に頭部に生ずる減速度と、減速して停止するまでの時間の両方が頭部打撲傷の評価に大きく関係するといわれている。

落下等による脳への損傷程度を表す数値

がH I Cの数値である。

よって、その減速度は200G（重力加速度）以下、頭部打撲傷基準値（H I C）が1000以下ならば生命には別状ないといわれている。我国では平成14年3月11日国土交通省都市・地域整備局公園緑地課長名で発せられた「都市公園における遊具の安全確保に関する指針について」がある。この指針の中でアメリカ合衆国消費者製品安全委員会（C P S C）プレイグラウンドハンドブック⁽¹¹⁾の基準値を参考に載せている。（国内にある米軍施設は全てこのCPSCプレイグラウンドハンドブックの基準値にて施工している。）この、アメリカ合衆国消費者製品安全委員会（C P S C）は、車、電気製品、食品等全ての製品、商品を対象に安全性のテストや指導、ガイドラインの策定等を行なっている組織である。

②研磨性能試験

製品名：Abrasion Tester

メーカー名：不明

試験方法：ASTM F-1015 準拠

転倒時の擦過傷などに対する安全性を相対的に測定する為の方法として、摩り減り易い材料を用いて研磨値を相対的に求める試験である。試験片（スタイロフォーム）を4個はめた板に、一定重量（9.1kg）を乗せた試験器を一定量を引っ張り、摩り減り量を計測する。試験結果に絶対的な評価基準は無い。

③シューズトラクション

選手が方向を転換できる能力に関連して、シューズの底と芝のすべり抵抗値を相対的に測定する為の方法として、シューズの上に一定重量（11.35kg）を乗せて、ばねばかりで測定しながら引っ張り、シューズが動き出す引っ張り力を計測する。試験結果に絶対的な評価基準は無い。

Ⅲ. 結果と考察

仙台大学の測定と同時期に行なった大阪体育大学のデータとの比較は表3、表4、表5の通りである。現在得られている、同じ時期に実施した実験データからはいずれのテストも環境条件の相違（仙台大学と大阪体育大学の測定地点の違い）による数値の差は見られない。⁽⁴⁾⁽¹²⁾

表3の衝撃吸収性能試験は図Iに示す8箇所の地点で、PEAK値とH I C値を3回測定し後の2回を採用して平均値を取っている。表3のデータは①-1)の衝撃吸収性能試験機から得た。

夏季に於ける仙台大学のデータ（2004. 8.9測定）と大阪体育大学のデータ（2004. 7.23測定）はPEAK値で、164と161、H I C値で554と528となりほとんど相違点はない。冬季における仙台大学のデータ（2005. 3.10測定）と大阪体育大学のデータ（2005. 3.18測定）はPEAK値で、175と161、H I C値で604と523となり、こちらもほとんど相違点はない。

平成12年までの30年間の平均気温の差は4.4℃平均雨量の差は64mm（4.9%の差）であり、⁽⁶⁾製品としては影響の出ない範囲内であると考えられる。事実メーカーのカタログには温度などの気象条件の相違による変化を載せておらず、日本国内での通常の使用であれば保証の範囲内と規定している。しかし真夏日の日数、氷点下の日数、降雪量の違いが有るので、比較検討をすれば興味深い結果が得られるかもしれない。

仙台大学の経年4ヶ月目のデータ（表3試験データNo.1平均H I C 554）は、大阪体育大学の同じ経年時点のデータ（経年4ヶ月目平均H I C 350）と比較して硬い数値が出ているのは、下地の違いに起因していると思われる。この理由はI. はじめにの表2の環境条件の比較で述べたとおり仙台大学は透水アスファルト施工で大阪体育大学は碎石層施工であり施工方

表 3 衝撃吸収性能試験

試験場所 仙台大学 サッカー・ラグビーフィールド

位置	試験データ No.1 2004. 8. 9						試験データ No.2 2005. 3. 10							
	温度		項目	1回目	2回目	3回目	平均値	温度		項目	1回目	2回目	3回目	平均値
	上：上空	下：表面						上：上空	下：表面					
①			PEAK	(143)	160	170	165			PEAK	(164)	186	195	191
			HIC	(451)	540	601	571			HIC	(532)	658	707	638
②			PEAK	(130)	145	151	148			PEAK	(154)	177	186	182
			HIC	(361)	467	491	479			HIC	(493)	618	676	647
③			PEAK	(130)	157	164	161			PEAK	(144)	164	172	168
			HIC	(381)	520	552	536			HIC	(453)	557	599	578
④			PEAK	(154)	176	185	181			PEAK	(145)	164	173	169
			HIC	(502)	612	620	616			HIC	(456)	554	593	574
⑤			PEAK	(149)	171	178	175			PEAK	(143)	161	165	163
			HIC	(471)	597	636	617			HIC	(446)	538	553	546
⑥			PEAK	(137)	160	165	163			PEAK	(153)	171	179	175
			HIC	(420)	528	549	539			HIC	(494)	591	634	613
⑦			PEAK	(132)	151	162	157			PEAK	(163)	181	190	186
			HIC	(392)	489	552	521			HIC	(534)	628	685	657
⑧			PEAK	(144)	162	167	165			PEAK	(144)	160	164	162
			HIC	(446)	540	558	549			HIC	(450)	525	545	535
平均			PEAK				164			PEAK				175
	32.0		HIC				554	18.0		HIC				604

試験場所 大阪体育大学 ラグビーフィールド

位置	試験データ No.1 2004. 7. 23						試験データ No.2 2005. 3. 18							
	温度		項目	1回目	2回目	3回目	平均値	温度		項目	1回目	2回目	3回目	平均値
	上：上空	下：表面						上：上空	下：表面					
①	54.0		PEAK	(127)	1.9	151	145			PEAK	(131)	155	162	159
	37.0		HIC	(308)	406	459	433			HIC	(375)	497	531	514
②	54.5		PEAK	(135)	158	167	163			PEAK	(138)	144	151	148
	37.5		HIC	(383)	520	553	537			HIC	(399)	422	456	439
③	60.0		PEAK	(147)	163	171	167			PEAK	(146)	165	172	169
	36.0		HIC	(465)	551	593	572			HIC	(443)	547	583	565
④	60.0		PEAK	(140)	153	159	156			PEAK	(145)	163	169	166
	36.0		HIC	(436)	500	522	511			HIC	(432)	531	556	544
⑤	55.0		PEAK	(144)	165	170	168			PEAK	(146)	163	167	165
	38.5		HIC	(443)	548	567	558			HIC	(438)	527	543	535
⑥	59.0		PEAK	(135)	149	157	153			PEAK	(139)	158	164	161
	38.5		HIC	(409)	489	521	505			HIC	(422)	520	549	535
⑦	51.0		PEAK	(145)	165	173	169			PEAK	(148)	169	175	172
	38.5		HIC	(450)	552	586	569			HIC	(454)	567	590	579
⑧	56.0		PEAK	(142)	162	168	165			PEAK	(132)	147	151	149
	39.5		HIC	(425)	529	550	540			HIC	(396)	463	483	473
平均	56.2		PEAK				161			PEAK				161
	37.7		HIC				528	16.0		HIC				523

法が大きく違っている。前者は骨材をアスファルト乳剤で凝固させているのに対し、後者は骨材を転圧で締固めしており、骨材のズレ、表面硬度に大差がある。⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

気象条件の違いによる相違点が見出せない場合でも、色々な比較の構想が考えられる。たとえば経年変化による相違点については、衝撃吸収性能試験の結果において、仙台大学は標本が2個のみで、しかも竣工後4ヶ月目と12ヶ月目のデータしかないので経年変化をまだ比較できないが、大阪体育大学は34ヶ月目までの標本を持っているのでそれなりの変化を捉えている。経年変化によりHIC値は少しずつ高くなっており、ある時期を境にその後低くなっている。そのデータと重ね合わせての比較検討は、今後の期待されるところである。⁽⁴⁾⁽¹²⁾

表4の研磨性能試験は、2箇所の測定点において4つの試験片を一定重量(9.1kg)で一定

量を引っ張り、磨り減り量を計測した。その結果は、夏季、冬季ともそれぞれの大学に於ける測定値に相違は認められない。⁽⁴⁾⁽¹²⁾

表5のシューズトラクション試験は、4箇所の測点に於いて4方向に引張り始動力を計測した。その結果は、夏季、冬季ともそれぞれの大学に於ける測定値に相違は認められない。⁽⁴⁾⁽¹²⁾

IV. 今後の課題

仙台大学の抽出標本が2個のみであるので、環境条件の相違から生じる結果及び経年変化から生じる結果について、論評するのはまだ早計であると考えられる。なぜならば、降雪、氷結、真夏日、など特異ケースの気象変化がどう影響するか判断する余地がある。

引き続き観察を継続しデータの比較検討を行なうべきである。

表4 研磨性能試験

試験場所 仙台大学 サッカー・ラグビーフィールド

位置	項目	試験データ No.1 2004. 8. 9					試験データ No.2 2005. 3. 10				
		試験片 1	試験片 2	試験片 3	試験片 4	平均値	試験片 1	試験片 2	試験片 3	試験片 4	平均値
①	計測厚	9.8	11.8	8.8	10.4	10.2	10.3	10.8	9.0	9.5	9.9
	減少厚	16.0	13.2	16.2	14.6	14.8	14.7	14.2	16.0	15.5	15.1
②	計測厚	10.3	9.8	8.8	9.0	9.5	9.3	9.6	9.1	9.5	9.4
	減少厚	14.7	15.2	16.2	16.0	15.5	15.7	15.4	15.9	15.5	15.6
平均	計測厚					9.9					9.7
	減少厚					15.2					15.4
	減少率(%)					60.8					61.6

試験場所 大阪体育大学 ラグビーフィールド

位置	項目	試験データ No.1 2004. 7. 23					試験データ No.2 2005. 3. 18				
		試験片 1	試験片 2	試験片 3	試験片 4	平均値	試験片 1	試験片 2	試験片 3	試験片 4	平均値
①	計測厚	9.0	12.1	8.9	11.0	10.3	9.0	8.9	9.5	9.3	9.2
	減少厚	16.0	12.9	16.1	14.0	14.8	16.0	16.1	15.5	15.7	15.8
②	計測厚	9.8	9.4	8.5	8.0	8.9	10.3	9.5	9.3	9.3	9.6
	減少厚	15.2	15.6	16.5	17.0	16.1	14.7	15.5	15.7	15.7	15.4
平均	計測厚					9.6					9.4
	減少厚					15.5					15.6
	減少率(%)					62.0					62.4

表5 シューズトラクション試験

試験場所 仙台大学 サッカー・ラグビーフィールド

位置	項目	試験データ No.1 2004. 8. 9					試験データ No.2 2005. 3. 10				
		4方向(90度毎)で計測				平均値	4方向(90度毎)で計測				平均値
		方向1	方向2	方向3	方向4		方向1	方向2	方向3	方向4	
①	始動力(kg)	12.5	12.6	12.6	12.3	12.5	13.2	12.4	12.7	12.6	12.7
④	始動力(kg)	12.5	12.5	12.7	12.1	12.5	13.2	12.5	12.7	12.8	12.8
⑥	始動力(kg)	12.9	13.1	13.5	13.1	13.2	12.1	12.7	12.5	12.7	12.5
⑧	始動力(kg)	13.1	13.5	13.2	12.6	13.1	13.2	13.4	13.5	13.2	13.3
平均	始動力(kg)					12.8					12.8

試験場所 大阪体育大学 ラグビーフィールド

位置	項目	試験データ No.1 2004. 7. 23					試験データ No.2 2005. 3. 18				
		4方向(90度毎)で計測				平均値	4方向(90度毎)で計測				平均値
		方向1	方向2	方向3	方向4		方向1	方向2	方向3	方向4	
①	始動力(kg)	13.2	12.7	12.5	12.0	12.6	12.6	12.6	13.1	12.4	12.7
④	始動力(kg)	12.5	12.3	13.1	12.3	12.6	12.6	12.4	12.6	13.1	12.7
⑥	始動力(kg)	13.1	12.8	13.7	13.0	13.2	13.2	12.9	12.9	13.1	13.0
⑧	始動力(kg)	12.5	12.6	12.3	12.3	12.4	12.8	12.7	13.4	12.4	12.8
平均	始動力(kg)					12.7					12.8

気象条件の違いによる相違点が見出せない場合でも、色々な比較の構想が考えられる。たとえば経年変化による相違点の調査がある。大阪体育大学は標本数が多いのですでに調査しており、前述のとおり興味のある結果を出している。

2地点での物性的な相違点がない場合は、1地点における、夏季条件と冬季条件の気象条件の違いにおける使用者が受ける感覚的な評価を探る、など構想の広がりがある。

気象条件の差異は競技者等利用者に快適性として表現される可能性が期待できる。

人工芝は、そのデータを数値化するのが難しく、数値化しても結局は使用者の感覚的な評価での判断によるところが大きい。人工芝が利用者に快適であるために、何が良くてどこに問題があり、どのように改善し、また使用者が注意すべき点があるのか無いのか、などを把握するのも興味深いところであり新入学生に対するアンケートを実施することもひとつの方法であると考えられる。

観察の対象をクレーグラウンド、天然芝グラウンド

などに拡大することにより、表面の硬度の表示にも適用できるHIC値を測定して怪我の発生率との相関関係など、興味深いデータを分析できる可能性が考えられる。

V. 謝辞

本研究について資料の提供とご指導を頂いた、学校法人 浪商学園(大阪体育大学) 菊池武之理事、小山田裕一施設課長に心より感謝申し上げます。及びデータ測定にご協力を頂いた株式会社アストロ渡辺裕スポーツ施設営業部課長に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 月刊体育施設編集委員、「月刊体育施設 2003・12」、体育施設出版：32巻.14号.28-32,2003
- 2) 日本体育施設協会、「第39回体育施設管理士養成講習会テキスト」、日本体育施設協会：30-31,2005.
- 3) 国土交通省都市局公園緑地課、「都市公園技術

- 標準解説書」、日本公園緑地協会：61-88,1988.
- 4) 菊池、小山田、「人工芝の表面における各種試験」、大阪体育大学：2005.
 - 5) 気象庁観測部管理課、「日本気候表」、「気象庁年報」、気象庁観測部：2004.
 - 6) 日本体育施設協会、「学校屋外運動場の整備指針」、ほるぷ出版：168-216,1982
 - 7) 日本体育施設協会、「屋外体育施設の建設指針」、体育施設出版：1-21,112-125,2005
 - 8) 藤井克己、「ASTM（アメリカ試験材料協会）指定の基準仕様書 ASTM F 355 - 95（翻訳）」、岩手大学：1-14,2005
 - 9) 藤井克己、「ASTM（アメリカ試験材料協会）指定の基準仕様書 ASTM F 1292 - 99（翻訳）」、岩手大学：1-13,2005
 - 10) ASTM、「ASTM - F 355 Test Method for Shock-Attenuation Characteristics of Protective Headgear for Football」、ASTM：1995
 - 11) CPSC, [Handbook for Public Play ground Safety]、The U.S. Consumer Product Safety Commission、CPSC：1-44, 2001
 - 12) 丸谷、小島、渡辺、「人工芝の表面における各種試験」、仙台大学、アストロ：2005.
 - 13) 日本体育施設協会、「体育施設全書 6巻 球技場」、第一法規出版：177-194,1970
 - 14) 日本体育施設協会、「屋外体育施設舗装工事積算の手引き」、体育施設出版：73,2000
 - 15) 日本運動施設建設業協会、「全天候舗装施工指針」、日本運動施設建設業協会：1-25、55-58、1988

(平成18年1月30日受付,平成18年3月14日受理)